

**UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
Carrera de Ingeniería Agronómica**

**PRODUCCIÓN DEL KIKUYO (*Pennisetum clandestinum* Hochst)
CON DOS ALTURAS DE CORTE, CINCO NIVELES DE FERTILIZACIÓN
NITROGENADA Y EN MEZCLA CON TRÉBOL BLANCO (*Trifolium repens* L)**

**TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGRÓNOMO**

LUIS JAVIER GUAÑA TOGÁN

QUITO – ECUADOR

2014

DEDICATORIA

*Este trabajo está
dedicado a mis padres y
hermanas quienes
depositaron en mí su
confianza y su cariño.*

AGRADECIMIENTO

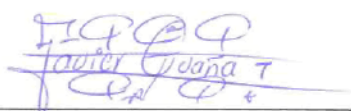
- *A Dios y a la Santísima Virgen por darme la fuerza de voluntad necesaria para culminar con éxito las metas propuestas.*
- *A la Facultad de Ciencias Agrícolas de La Universidad Central del Ecuador por permitirme el uso de sus instalaciones para el desarrollo del presente ensayo.*
- *Al Dr. Osvaldo Paladines por su excelente y desinteresada tutoría, paciencia y consejos durante el desarrollo de la presente investigación.*
- *Al Ing. Vicente León por sus valiosas sugerencias en la etapa final de la investigación.*
- *A mis padres, Alicia y Luis, por su sacrificio, dedicación, constancia y cariño.*
- *A mis segundos padres Luis Hidalgo y Consuelo Alomoto, quienes fueron y son pilar fundamental en mi vida.*
- *A mis hermanas Jeaneth y Mayra quienes me apoyaron durante toda mi vida estudiantil.*
- *A Gloria Herrera por su cariño, paciencia y apoyo durante todos los años de colegio y universidad.*
- *A Verónica Domínguez, por su amistad y colaboración en el desarrollo de la investigación.*
- *A la Sra. Lidia Tapia por brindarme su apoyo, consejos y amistad.*
- *A Mónica Castro, Lorena Saigua, Nelly Bermeo, Lenin Cabascango. Manuel Lliguin por su colaboración y amistad.*
- *A los trabajadores y administrativos de la facultad, Angélica, Teresa, Moisés, Hernán, William y Jorge por su ayuda desinteresada.*

AUTORIZACIÓN DE LA AUTORÍA INTELECTUAL

Yo, LUIS JAVIER GUAÑA TOGÁN. En calidad de autor del trabajo de investigación o tesis realizada sobre “PRODUCCIÓN DEL KIKUYO (*Pennisetum clandestinum* Hochst) CON DOS ALTURAS DE CORTE, CINCO NIVELES DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y EN MEZCLA CON TRÉBOL BLANCO (*Trifolium repens* L)”. “KIKUYO (*Pennisetum clandestinum* Hochst) PRODUCTION WITH TWO CUTTING HEIGHTS, FIVE LEVELS OF NITROGEN FERTILIZATION AND WHITE CLOVER (*Trifolium repens* L) MIXTURE” por la presente autorizo a la **UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR**, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o de parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me corresponden, con excepción de la presente autorización, seguirán vigente a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8, 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

Quito, 28 de febrero del 2014



Luis Javier Guaña Togán
172128974 - 0
l.javier.gt@gmail.com

CERTIFICACIÓN

En calidad de tutor del trabajo de graduación cuyo título es: "PRODUCCIÓN DEL KIKUYO (*Pennisetum clandestinum* Hochst) CON DOS ALTURAS DE CORTE, CINCO NIVELES DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y EN MEZCLA CON TRÉBOL BLANCO (*Trifolium repens* L)", presentado por el señor **LUIS JAVIER GUAÑA TOGÁN**, certifico haber revisado y corregido por lo que apruebo el mismo.

Tumbaco, 28 de febrero del 2014



Ing. Agr. Vicente León V., M. Sc.
TUTOR

Tumbaco, 28 de febrero del 2014

Ingeniero

Juan León Flores

**DIRECTOR DE CARRERA DE
INGENIERÍA AGRONÓMICA**

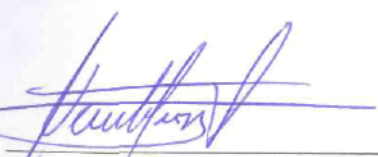
Presente

Señor Director:

Luego de las revisiones técnicas realizadas por mi persona del trabajo de graduación, **“PRODUCCIÓN DEL KIKUYO (*Pennisetum clandestinum* Hochst) CON DOS ALTURAS DE CORTE, CINCO NIVELES DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y EN MEZCLA CON TRÉBOL BLANCO (*Trifolium repens* L).”** llevado a cabo por parte del señor egresado: **LUIS JAVIER GUAÑA TOGÁN** de la Carrera de Ingeniería Agronómica, ha concluido de manera exitosa, consecuentemente el indicado estudiante podrá continuar con los trámites de graduación correspondientes de acuerdo a lo que estipula las normativas y disposiciones legales.

Por la atención que se digne a la presente, reitero mi agradecimiento.

Atentamente,

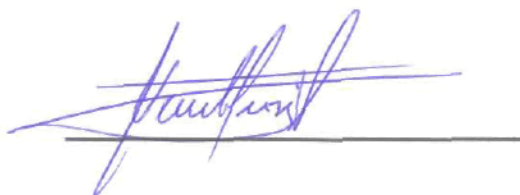


Ing. Agr. Vicente León V., M. Sc.
TUTOR

**PRODUCCIÓN DEL KIKUYO (*Pennisetum clandestinum* Hochst) CON
DOS ALTURAS DE CORTE, CINCO NIVELES DE FERTILIZACIÓN
NITROGENADA Y EN MEZCLA CON TRÉBOL BLANCO (*Trifolium
repens* L)**

APROBADO POR:

Ing. Agr. Vicente León V., M. Sc.
TUTOR DE TESIS



Dr. Marcelo Calvache U., Ph D.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Dr. Eloy Castro M., M. Sc.
PRIMER VOCAL



Ing. Juan Pazmiño G., M. Sc.
SEGUNDO VOCAL



2014

CONTENIDO

CAPÍTULO	PÁGINAS
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Utilización de Pasturas	3
2.2. Kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst)	3
2.2.1. Origen y Distribución Geográfica	4
2.2.2. Ubicación Taxonómica	4
2.2.3. Descripción Botánica	4
2.2.4. Variación Genética	4
2.2.5. Requerimientos Agroecológicos	5
2.2.6. Variedades	5
2.2.7. Establecimiento	5
2.2.7.1. Establecimiento por Estolones	5
2.2.7.2. Establecimiento por Semilla	6
2.2.8. Manejo del Pastoreo	6
2.2.8.1. Manejo del pastoreo utilizado en Australia	6
2.2.8.1.1. Limitaciones	7
2.2.8.2. Manejo del pastoreo utilizado en Colombia	7
2.2.9. Altura de residuo post pastoreo	8
2.2.10. Composición Química y Valor Alimenticio	8
2.2.11. Producción de Forraje	10
2.2.12. Usos	10
2.3. Importancia de las leguminosas en pasturas asociadas	10
2.4. Trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L)	10
2.4.1. Origen y Distribución Geográfica	10
2.4.2. Clasificación Botánica	11
2.4.3. Descripción Botánica	11
2.4.4. Tipos de Trébol Blanco	11
2.4.5. Variación Genética	12
2.4.6. Reproducción	12
2.4.6.1. Reproducción Sexual	12
2.4.6.2. Reproducción Asexual	12

CAPÍTULO	PÁGINAS
2.4.7. Requerimientos Agroecológicos	12
2.4.8. Requerimientos nutricionales	12
2.4.9. Establecimiento	13
2.4.10. Manejo	13
2.4.11. Especies acompañantes	13
2.4.12. Producción de Forraje en el Ecuador	13
2.4.13. Timpanismo	13
2.4.14. Composición Química y Valor Alimenticio	13
2.4.15. Usos	14
2.5. Fertilización de las Pasturas	14
2.6. Fertilización Nitrogenada	14
2.6.1. Funciones del Nitrógeno en las plantas forrajeras	15
2.6.2. Formas del Nitrógeno en el Suelo	15
2.6.2.1. Nitrógeno Inorgánico	15
2.6.2.2. Nitrógeno Orgánico	15
2.6.3. Fuentes de Nitrógeno para las plantas forrajeras	15
2.6.4. Fijación Biológica del Nitrógeno	16
2.6.4.1. Mecanismo de la Fijación Biológica	16
2.6.4.2. Formación de nódulos en las leguminosas	16
2.7. Urea	17
2.7.1. Reacciones de la urea en el suelo	18
2.7.2. Contenido de Biuret	18
3. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1. Localización del ensayo	19
3.1.1. Ubicación	19
3.1.2. Características del sitio experimental	19
3.1.2.1. Características bioclimáticas	19
3.1.2.2. Características edafológicas	19
3.1.2.3. Clasificación del suelo	19
3.1.3. Material experimental	19
3.1.3.1. Equipos, herramientas y materiales de campo	19
3.1.3.2. Equipo de Laboratorio	20
3.1.3.3. Insumos	20
3.1.3.3.1. Semilla	20
3.1.3.3.2. Fertilizantes	20

CAPÍTULO	PÁGINAS
3.2. Métodos	20
3.2.1. Factores en Estudio	20
3.2.2. Tratamientos	21
3.2.3. Unidad Experimental	21
3.2.4. Análisis Estadístico	22
3.2.4.1. Diseño Experimental	22
3.2.4.2. Número de Tratamientos	22
3.2.4.3. Número de repeticiones	22
3.2.4.4. Características del área experimental	22
3.2.4.5. Esquema del Análisis de la Varianza (ADEVA)	22
3.2.5. Variables y Métodos de Evaluación	23
3.2.5.1. Porcentaje de brotes de kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) en relación a los nudos plantados	23
3.2.5.2. Producción Primaria	23
3.2.5.3. Tasa de Crecimiento	23
3.2.5.4. Número de macollos de kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) por metro cuadrado	24
3.2.5.5. Peso de estolones de kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) por metro cuadrado	24
3.2.5.6. Número de nudos de kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) por metro cuadrado	24
3.2.5.7. Longitud de estolones de kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) por metro cuadrado	24
3.2.5.8. Digestibilidad del Forraje	24
3.2.5.9. Número de plantas de trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L) por metro cuadrado después de la siembra	24
3.2.5.10. Composición Botánica	25
3.2.6. Métodos de Manejo del Experimento	25
3.2.6.1. Análisis Químico del Suelo	25
3.2.6.2. Preparación del suelo	25
3.2.6.3. Fertilización	25
3.2.6.4. Calidad de la semilla de trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L)	25
3.2.6.5. Siembra	25
3.2.6.6. Labores culturales	26
3.2.6.7. Riego	26
3.2.6.8. Cortes	26

CAPÍTULO	PÁGINAS
3.2.6.9. Aplicación de tratamientos	26
3.2.6.10. Cálculo de Eficiencia de Utilización de Nitrógeno	27
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.2. Porcentaje de brotes de kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) en relación a los nudos plantados	29
4.3. Producción Primaria	32
4.3.1. Efecto de la Aplicación de Nitrógeno	33
4.4. Eficiencia de Utilización del Nitrógeno	35
4.5. Número de macollos por metro cuadrado	37
4.5.1. Efecto de la aplicación de Nitrógeno	38
4.5.2. Relación entre el Número de macollos de kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) por metro cuadrado y la Tasa de Crecimiento	40
4.6. Número de nudos en los estolones de kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) por metro cuadrado	41
4.6.1. Efecto de la Aplicación de Nitrógeno	42
4.6.2. Relación entre el Número de nudos en los estolones de kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) por metro cuadrado y la Tasa de Crecimiento.	45
4.7. Longitud de estolones de kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) por metro cuadrado	46
4.7.1. Efecto de la aplicación de Nitrógeno	47
4.7.2. Relación entre la longitud de estolones y el número de macollos por metro cuadrado	49
4.8. Peso de los estolones de kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) por metro cuadrado	49
4.8.1. Efecto de la Aplicación de Nitrógeno	50
4.9. Relación entre el peso de los estolones por metro cuadrado y la Tasa de Crecimiento	52
4.10. Digestibilidad “ <i>in situ</i> ”	52
4.11. Efecto del Nitrógeno	52
4.12. Efecto de la mezcla con leguminosa	54
4.13. Número de plantas de trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L) por metro cuadrado	55
4.14. Composición botánica	56
4.15. Producción de la mezcla de kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L).	58
4.16. Contribución del trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L) a la producción de la mezcla de gramínea más leguminosa.	59

	CAPÍTULO	PÁGINAS
5.	CONCLUSIONES	61
6.	RECOMENDACIONES	62
7.	RESUMEN	63
8.	SUMMARY	67
9.	BIBLIOGRAFÍA	71
10.	ANEXOS	78

LISTA DE ANEXOS

ANEXO		PÁG.
1	Análisis químico del suelo del lote 1.2 donde se llevó a cabo el proyecto producción del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2012.	79
2	Disposición de la unidades experimentales del proyecto producción del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2012.	80
3	Precipitación y evaporación registradas durante el período abril del 2012 - abril del 2013 en el CADET. Tumbaco, Pichincha. 2013	81
4.	Temperatura máxima y mínima registrada durante el período abril del 2012 - abril del 2013 en el CADET. Tumbaco, Pichincha. 2013.	82
5	Registro de cortes del proyecto producción del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2012.	83
6	Días entre cortes del proyecto producción del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2012.	84
7	Número de plantas de trébol blanco durante las tres primeras semanas de establecimiento de la mezcla forrajera. Tumbaco, Pichincha. 2013.	85
8	Porcentaje de brotes de los estolones luego de la tercera semana de establecimiento de la pastura en el estudio de la producción del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013.	85
9.	Brotes producidos por los diferentes tipos de estolones utilizados en el estudio de la producción del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013.	85

ANEXO		PÁG.
10	Rendimiento total en el estudio de la producción del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013.	86
11	Tasa de Crecimiento promedio en el estudio de la producción del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013.	86
12	Número de macollos promedio en el estudio de la producción del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013.	87
13	Medida promedio de los estolones por metro cuadrado en el estudio de la producción del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013.	87
14	Nudos por metro cuadrado promedio en el estudio de la producción del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013.	88
15	Peso promedio de los estolones por metro cuadrado en el estudio de la producción del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013	88
16	Análisis de Digestibilidad <i>in situ</i> de cada tratamiento. Tumbaco, Pichincha. 2013.	89
17	Fotografías del experimento producción del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha 2013.	90

LISTA DE CUADROS

CUADRO		PÁG.
1	Características de las variedades comerciales del pasto kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>).	5
2	Contenido de nutrientes de la Materia Seca del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst), ryegrass perenne (<i>Lolium perenne</i> L) y requerimientos para vacas Holstein Fresian de 600 kg que producen 20 L día ⁻¹ .	8
3	Energía Metabolizable y contenido de Proteína Cruda de la hoja de Kikuyo, tallo y material muerto.	9
4	Efecto de la fertilización nitrogenada y de la edad del rebrote sobre la digestibilidad de la Materia Seca del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) (%).	9
5	Efecto de la fertilización nitrogenada y de la edad del rebrote sobre el consumo voluntario de kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) (g MS W ⁻¹ . 75 día ⁻¹).	9
6	Composición mineral del trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L).	14
7	Tratamientos para evaluarse en el proyecto producción del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2012.	21
8	Esquema del ADEVA para el proyecto producción del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2012.	22
9	Fertilización inicial para el establecimiento del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con fertilización nitrogenada y en asociación con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2012 .	25
10	Dosis de Nitrógeno (46 – 00 – 00) aplicado por parcela para el estudio de la producción del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst). Tumbaco, Pichincha. 2013.	26
11	Porcentaje de brotes de kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) en relación a los nudos plantados en el estudio de la producción del kikuyo con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013.	30

CUADRO		PÁG.
12	ADEVA del número de brotes en estolones de tres grosores de pasto kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst). Tumbaco, Pichincha. 2013.	32
13	Rendimiento y Tasa de Crecimiento promedio en la producción del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013.	32
14	ADEVA para la Tasa de Crecimiento promedio en la producción del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013.	34
15	Eficiencia de utilización del Nitrógeno por el kikuyo de acuerdo al Nitrógeno total aplicado en el estudio de la producción del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013.	36
16	Número de macollos por metro cuadrado en la producción del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013.	38
17	ADEVA para el número de macollos por metro cuadrado en la producción del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013.	40
18	Número de nudos en los estolones de kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) por metro cuadrado en la producción de kikuyo con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013.	42
19	ADEVA para el número de nudos por metro cuadrado en la producción del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013.	43
20	Número de nudos y macollos de kikuyo por metro cuadrado en la producción del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013.	44

CUADRO		PÁG.
21	Longitud promedio de estolones de kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) por metro cuadrado con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013.	47
22	ADEVA para longitud de estolón por metro cuadrado en la producción del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013.	48
23	Peso de los estolones de kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) por metro cuadrado en la producción del kikuyo con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013.	50
24	ADEVA para el peso de lo estolones por metro cuadrado en la producción del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013.	51
25	Digestibilidad “in situ” de la Materia Seca de tratamientos en la producción del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013.	53
26	Número de plantas de trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L) por metro cuadrado en las parcelas establecidas con kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst). Tumbaco, Pichincha. 2013.	55
27	Composición Botánica del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada. Tumbaco, Pichincha. 2013	57
28	Composición botánica de la mezcla forrajera de kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013.	58

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO		PÁG.
1	Distribución de la precipitación pluvial y evaporación en el CADET durante el período abril del 2012 a abril del 2013. Tumbaco, Pichincha. 2013.	28
2	Distribución de la temperatura máxima y mínima en el CADET durante el período abril del 2012 a abril del 2013. Tumbaco, Pichincha. 2013.	29
3	Número de brotes producidos de acuerdo al tipo de estolón utilizado en la producción del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013.	31
4	Relación entre el nivel de Nitrógeno aplicado por corte y la Tasa de Crecimiento promedio en la producción del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013.	34
5	Respuesta del kikuyo en función del uso eficiente del Nitrógeno en el estudio de la producción del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013.	36
6	Relación entre el nivel de Nitrógeno aplicado y el Rendimiento total de Materia Seca por hectárea en la producción del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013	37
7	Relación entre el nivel de Nitrógeno aplicado por corte y el número de macollos de kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013.	39
8	Relación entre la Tasa de Crecimiento y el Número de macollos por metro cuadrado de kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) en la producción de kikuyo con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013.	41

GRÁFICO		PÁG.
9	Relación entre el nivel de Nitrógeno aplicado y el número de nudos de kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) por metro cuadrado en las parcelas cortadas cuando las plantas alcanzaban 20 cm de altura con cinco niveles de fertilización nitrogenada. Tumbaco, Pichincha. 2013.	43
10	Relación entre el Número de Nudos por metro cuadrado y el Número de macollos por metro cuadrado en la producción del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013.	45
11	Relación entre la Tasa de Crecimiento y el Número de nudos en los estolones de kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) por metro cuadrado en las parcelas cortadas cuando el las plantas alcanzaban 20 cm de altura con cinco niveles de fertilización nitrogenada. Tumbaco, Pichincha. 2013.	46
12	Relación entre el nivel de Nitrógeno aplicado por corte y la Longitud de estolón de kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) por metro cuadrado en las parcelas cortadas cuando las plantas alcanzaban 20 cm de altura con cinco niveles de fertilización. Tumbaco, Pichincha. 2013.	48
13	Relación entre la longitud de estolones por metro cuadrado y el número de macollos por metro cuadrado en la producción del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013.	49
14	Relación entre el nivel de Nitrógeno aplicado y el peso de los estolones de kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) en la producción de kikuyo con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013.	51
15	Relación entre la Tasa de Crecimiento y el Peso de los estolones de kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013.	52
16	Relación entre el nivel de Nitrógeno total aplicado y la Digestibilidad “ <i>in situ</i> ” de la materia seca de tratamientos en la producción del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013.	54

GRÁFICO		PÁG.
17	Número de plantas de trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L) por metro cuadrado presentes durante las tres primeras tres semanas después de la siembra. Tumbaco, Pichincha. 2013.	56
18	Evolución de la mezcla forrajera de kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013.	58
19	Relación entre el Nitrógeno Total aplicado y el Rendimiento Total de MS ha ⁻¹ y estimación de la cantidad de Nitrógeno que se debería aplicar al Kikuyo solo para que su producción sea equivalente a la mezcla de Kikuyo + Trébol blanco en el estudio de la producción del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L). Tumbaco, Pichincha. 2013.	59

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		PÁG.
1	Estolón de kikuyo inmediatamente después del pastoreo, muestra el brote joven extenderse.	6
2	Macollo de kikuyo con seis hojas extendidas, la hoja siete emergiendo y las hojas viejas empiezan a morir.	7
3	Formación de nódulos en leguminosas.	17

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA	PÁG.
1 Estolones de kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) utilizados en el experimento.	90
2 Prueba de germinación de semillas de trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L).	90
3 Preparación inóculo de <i>Rhizobium</i> para las semillas Trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L).	90
4 Siembra del kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst)	90
5 Brotes de kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst) a la tercera semana	90
6 Germinación del trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L).	90
7 Espacio para la prueba comparativa entre estolones	91
8 Fertilizante utilizado como fuente de Nitrógeno	91
9 Pastura establecida	91
10 Riego de la pastura por aspersión	91
11 Corte de igualación	91
12 Toma de muestras	91
13 Procesamiento de las muestras en el Laboratorio.	92
14 Secado de muestras	92
15 Fundas de digestibilidad	92
16 Digestibilidad “ <i>in situ</i> ”	92

PRODUCCIÓN DEL KIKUYO (*Pennisetum clandestinum* Hochst) CON DOS ALTURAS DE CORTE, CINCO NIVELES DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y EN MEZCLA CON TRÉBOL BLANCO (*Trifolium repens* L). TUMBACO, PICHINCHA.

RESUMEN

La investigación se realizó con la finalidad de determinar el efecto de la altura de corte y la fertilización nitrogenada en el rendimiento del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) y la producción y estabilidad de la mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L) en la zona de Tumbaco, Pichincha, a 2 465 msnm, se utilizó un DBCA con cuatro repeticiones y un arreglo factorial 2x5+1. Los cortes experimentales se realizaron cuando el pasto alcanzaba 20 y 40 cm de altura, de cada parcela se tomaron tres muestras con la ayuda de un cuadrante metálico de 0.25m². La fertilización nitrogenada, entre 0 y 60 kg de N ha⁻¹ corte⁻¹ incrementó la TC, el número de macollos, el número de nudos en los estolones, la longitud y el peso de los estolones de kikuyo por metro cuadrado. El porcentaje de Digestibilidad del kikuyo solo, aumentó con el nivel de N aplicado al suelo desde 38.0 % sin N hasta 55.5 % con 60 kg N ha⁻¹ corte⁻¹, cuando el pasto alcanzó 20 cm de altura y desde 34.5 % sin N hasta 51.2 % con 60 kg N ha⁻¹ corte⁻¹ cuando el pasto alcanzó 40 cm de altura. La digestibilidad de la asociación de kikuyo con trébol blanco fue del 62 %.

PALABRAS CLAVES: PASTO, MEZCLA, FERTILIZACIÓN, NITRÓGENO

KIKUYO (*Pennisetum clandestinum* Hochst) PRODUCTION WITH TWO CUTTING HEIGHTS, FIVE LEVELS OF NITROGEN FERTILIZATION AND WHITE CLOVER (*Trifolium repens* L) MIXTURE. TUMBACO, PICHINCHA.

SUMMARY

The research was conducted in order to determine the effect of cutting height and nitrogen fertilization on the yield of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum* Hochst) and the production and stability of the mixture with white clover (*Trifolium repens* L) in the zone of Tumbaco, Pichincha, to 2465 elevation, a RCBD with four replications and a 2x5 +1 factorial arrangement was used. Experimental cuts were made when the grass reached 20 and 40 cm, three samples from each plot were taken with the help of a metal quadrant of 0.25m². Nitrogen fertilization, between 0 and 60 kg N ha⁻¹ cutting⁻¹ increased the CT, the number of tillers, number of nodes on stolons, length and weight of the kikuyu stolons per square meter. The percentage of digestibility of kikuyu only increased with the level of N applied to the soil from 38.0 % to 55.5 % without N with 60 kg N ha⁻¹ cutting⁻¹, when the grass reached 20 cm in height and from 34.5 % without N up to 51.2 % with 60 kg N ha⁻¹ cutting⁻¹ when the grass reached 40 cm in height. The digestibility of kikuyu association with white clover was 62 %

KEYWORDS: PASTURE, MIX, FERTILIZATION, NITROGEN

1. INTRODUCCIÓN

Para el 2011 la tasa anual de crecimiento del ganado vacuno fue de 2.0 % a nivel nacional. La región Sierra cuenta con mayor cantidad de ganado (51.0 %) del total nacional, seguida por la Costa con 36.7 % y el Oriente con 12.3 %. Respecto a la producción de leche en el 2012 se registraron un promedio de 5.6 millones de litros de leche diarios. En la región sierra la producción de leche a nivel nacional llega al 76.7 % del total, siendo las provincias más representativas Pichincha con 14.3 %; Azuay 9.99 % y Cotopaxi 9.40 %. En relación al promedio de litros de leche por vaca producidos, la región que se destaca es la sierra con 6.7 litros, debido principalmente a los pastos cultivados y naturales que sirven para su alimentación. (INEC, 2012).

Las pasturas constituyen un factor fundamental en la producción ganadera. Las pasturas, naturales y mejoradas, pastoreadas directamente por los animales fueron y continúan siendo el alimento notoriamente más económico y parece muy difícil que esto cambie. Por tanto, toda tecnología que contribuya a maximizar su producción, manteniendo la categoría de “alimento más económico”, es una contribución al desarrollo de este sector. La productividad de las pasturas mejoradas depende de una gran cantidad de factores siendo la fertilidad de los suelos uno de los factores fundamentales (Morón, 2008).

La disponibilidad de forrajes está limitada por muchos factores, principalmente climáticos que limitan la productividad (Trujillo, 2012). Las pasturas en el Valle de Tumbaco, son inestables y poco persistentes (Tipán, 2007). La presencia de gramíneas sembradas (*Lolium perenne*, *Lolium multiflorum*), disminuye en 1.96 % por mes con la edad de la pastura y desaparecen a los 15 meses de su establecimiento (Castro, 2013), de ahí la necesidad de conocer y poner en práctica la utilización de alternativas forrajeras, preferiblemente de disponibilidad local, presentes a diario en el medio y generados espontáneamente por el ambiente, con ello disminuiríamos la dependencia de costosos recursos importados (Trujillo, 2012).

Durante varias décadas el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst), se ha constituido en una alternativa forrajera y la base de la alimentación de los sistemas de producción lechera especializada en Colombia (Carulla *et al*, 2004) y ocupa el segundo lugar en importancia dentro de las gramíneas forrajeras en Australia (Fulkerson, 2007).

Se cree que el kikuyo fue introducido al Ecuador a mediados de los años 40 como un pasto promisorio para la producción animal pero su hábito de crecimiento agresivo lo ha convertido en una maleza para los cultivos y en un problema para el mantenimiento de las pasturas (Paladines, 2010). El kikuyo es un pasto que forma estolones sobre la superficie del suelo con entrenudos cortos a partir de los cuales surgen raíces que fijan los estolones al suelo, de tal manera que lo que queda al acceso de los animales son principalmente hojas (Zapata, 2000).

Los suelos de la Región Interandina tienen niveles de Nitrógeno total que van de 0.1 a 0.25 % en los primeros 40 cm de profundidad. No obstante, la disponibilidad del Nitrógeno es el factor que frecuentemente limita el crecimiento de la planta (Grijalva *et al*, 1995). Todas las pasturas responden a la aplicación de Nitrógeno cuando hay humedad suficiente en el suelo. Hay dos formas de proveer N al suelo: 1) depender de la capacidad de las leguminosas (tréboles, alfalfa) para fijar Nitrógeno. 2) aprovisionar constantemente de N como fertilizante. Una tercera opción, que se usa con frecuencia, es el uso estratégico del Nitrógeno en pasturas de gramínea más leguminosa. En

este caso, el fertilizante se usa solamente en dos épocas del año, principalmente a la salida y entrada de la época de lluvias (Paladines *et al*, 2003)

La producción de los fertilizantes nitrogenados es también un proceso de fijación que convierte el N atmosférico a formas concentradas más solubles (Murrell, 2003). Los fertilizantes nitrogenados de uso convencional en la agricultura son la urea, sulfato de amonio, nitrato de amonio, MAP y DAP, destacándose la urea cuyo consumo supera a todos los demás juntos. Se debe recordar también que el N entra en contacto con las raíces de las plantas por flujo de masa, lo que indica que el agua es fundamental para que el nutriente sea adecuadamente absorbido y exista eficiente respuesta a la aplicación de N (Boaretto *et al*, 2008).

Las gramíneas poseen alta capacidad para cubrir rápidamente los suelos desnudos y protegerlos contra la erosión, retener la humedad y restaurar la fertilidad a través del movimiento de nutrientes desde los horizontes inferiores del suelo a los superiores. Por su parte, las leguminosas son fuente importante de proteínas y minerales para los animales y la fuente más económica de N para producción de otras especies (Bernal, 2003). El manejo de los pastizales es tan importante como la selección de las especies apropiadas, su siembra y fertilización correcta. Está por demás indicar que la utilidad que se obtenga del dinero invertido en la producción ganadera dependerá de la habilidad con que se manejen los pastos para convertirlos en productos de fácil venta y la duración del vigor de los potreros (Humphreys, s.f).

Por lo mencionado anteriormente se propone la realización del presente ensayo, planteando los siguientes objetivos:

1.1. Objetivo General

- 1.1.1.** Determinar el efecto de la altura de corte, el nivel de fertilización nitrogenada y la mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L) sobre la producción y la estabilidad de la mezcla forrajera bajo las condiciones agroecológicas del “Campo Docente Experimental La Tola” Tumbaco, Pichincha.

1.2. Objetivos específicos

- 1.2.1.** Determinar la altura de corte con la cual se obtenga el mayor rendimiento del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst).
- 1.2.2.** Determinar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst).
- 1.2.3.** Determinar la digestibilidad del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) y de la mezcla forrajera.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Utilización de Pasturas

Dentro de la superficie dedicada a labor agrícola en el Ecuador, la categoría de pastos cultivados encabeza la lista con 48.1 %, que equivale a 3 409 953 ha, y 19.3 % corresponde a pastos naturales (INEC, 2012). La forma como se distribuye por regiones la estructura con respecto a este rubro, en la sierra con mayor superficie de pasto del 25.2 % y 21.8 % dedicada a Pastos Naturales y Cultivados respectivamente, luego la costa con 33.8 % y el Oriente con 32.5 % de pastos (INEC, 2011). Entre las especies forrajeras de mayor uso en los pastizales de la Sierra del Ecuador se encuentran el Kikuyo, Ryegrass, Alfalfa y Pasto Azul; la gran mayoría de las pasturas están formadas por la mezcla de varias de estas especies, el kikuyo predomina en pasturas formadas de una sola especie (MAG, 2003).

2.2. Kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst)

En los últimos años se le ha dado una gran importancia, tanto en cultivos puros, como en cultivos asociados con otras especies mejoradas como el ryegrass y tréboles, debido a su excelente respuesta a la fertilización química y orgánica. Hoy en día el kikuyo se coloca a la par de los pastos tetraploides en cuanto a su valor nutritivo y producción, aventajado solo en la precocidad (Estrada, 2002).

En Australia el Kikuyo ha llegado a ser una pastura endémica a lo largo de la costa este y en el suroeste de Australia occidental y es probablemente la segunda pastura más importante, para la producción lechera después del ryegrass (Fulkerson, 2007).

El kikuyo ha sido el forraje de más amplio uso dentro del trópico alto andino; está adaptado a altitudes que varían entre 1700 y 2800 msnm, obteniéndose excelentes rendimientos en forraje de aceptable calidad (Cárdenas, 2009).

La temperatura ambiental juega un papel determinante en las tasas de acumulación de lignina en la pared celular; a mayor temperatura mayor lignificación y mayor concentración pared celular (Willson *et al*, 1991) citado por (Carrulla *et al*, 2004). Esto implica que en la medida que las temperaturas ambientales promedio son mayores, el forraje madura más rápidamente y se debería rotar más rápidamente para evitar la sobre maduración del mismo. (Carrulla *et al*, 2004).

El comportamiento del kikuyo en verano puede verse afectado por las heladas, las mismas que ocasionan daños físicos en las plantas provocando ruptura de células y tejidos debido al aumento de volumen del agua al congelarse, además de quemaduras por viento helado los cuales hacen daños fisiológicos: cambios bioquímicos o metabólicos en el interior de la célula, como consecuencia de la deshidratación del protoplasma, debido a la salida de líquidos. Además, se presentan también síntomas de marchites ocasionados por la disminución en la actividad de las raicillas y los pelos absorbentes en lo relacionado con la absorción de agua (Fernández, 1994).

2.2.1. Origen y Distribución Geográfica

El kikuyo es nativo de la región montañosa del este y del África central (Kenya, Etiopía), donde crece en suelos francos, profundos y rojos de origen volcánico. Esta región presenta altas precipitaciones (1000 -1600 mm), temperaturas moderadas y heladas ocasionales. El nombre común viene de la tribu “kikuyu” ubicada Kenya (Moore *et al*, 2006).

El pasto kikuyo se encuentra presente en América, Asia y Oceanía (Vibrans, 2009). Se cree que el kikuyo fue introducido al Ecuador a mediados de los años 40 como un pasto promisorio para la producción animal. Su hábito de crecimiento agresivo lo ha convertido en una maleza para los cultivos y en un problema para el mantenimiento de las pasturas (Paladines, 2010).

2.2.2. Ubicación Taxonómica

Según Rueda, (2002), la clasificación taxonómica del pasto kikuyo es la siguiente:

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia	Panicoideae
Género:	<i>Pennisetum</i>
Especie:	<i>Clandestinum</i>
N. binomial:	<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst
N. común	Kikuyo

2.2.3. Descripción Botánica

Según Estrada, 2002 es una especie perenne, se extiende superficialmente, con raíces profundadas, posee rizomas y estolones y en sus nudos se desarrollan raíces; puede alcanzar alturas hasta de 80 cm, las partes florales son muy inconspicuas, florece en las primeras horas de la mañana y en las horas de la tarde desaparece. Las semillas se localizan en las axilas de las hojas donde quedan ocultas, de allí recibe el nombre de “clandestinum”. Forma un césped denso lo cual lo clasifica dentro de las gramíneas de alta cobertura. Los tallos con inflorescencias pueden alcanzar de 9 – 15 cm de altura. La progenie de la semilla es idéntica a la planta madre por su reproducción apomítica (Barners *et al*, 2007). Las hojas son glabras o con pelos. Vainas esparcidamente vilosas en el envés a glabras, con márgenes membranosos y secos; lígula en forma de anillo de pelos de 1 – 2 mm de longitud, láminas foliares planas o conduplicadas (dobladitas a lo largo de su nervio medio), con el ápice obtuso, de 1.5 a 9 cm de longitud, de 2 a 5 mm de ancho, glabras o esparcidamente vilosas en la base (Vibrans, 2009).

2.2.4. Variación Genética

Según Lacour citado por Mears (1970), el número de cromosomas del pasto kikuyo es $2n = 36$.

2.2.5. Requerimientos Agroecológicos

El pasto kikuyo crece a 1700 – 2800 m de elevación en suelos fértiles (Cárdenas, 2009). No crece bien cuando las temperaturas exceden los 30 °C. Requiere por lo menos 900 mm de precipitación, se adapta a suelos bien drenados, es tolerante a pH bajos (4.5) y a suelos salinos (Barners *et al*, 2007).

2.2.6. Variedades

Moore *et al*, (2006) mencionan que se han liberado diferentes variedades de kikuyo pero la semilla es difícil de conseguir (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características de las variedades comerciales del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst).

VARIEDAD	CARACTERISTICAS
Whittet	Es la principal variedad sembrada en Australia. En comparación con el kikuyo común, se trata de una variedad relativamente más alta, caracterizada por hojas anchas, tallos más gruesos y entrenudos largos. Persiste bien en condiciones de baja fertilidad, pero es susceptible al amarillamiento del kikuyo causado por <i>Verrucalvus flavofaciens</i> .
Breakwell	Produce mayor número de macollos, que la variedad whittet presenta hojas más estrechas, tallos más delgados y entrenudos más cortos. Recomendada para la conservación de suelos pero no para pastos.
Noonan	Fue desarrollada a partir de las variedades Whittet y Breakwell para tolerar la enfermedad amarillamiento del kikuyo.
Crofts	Es una variedad más alta con más hojas verticales, tiene mejor tolerancia al frío que la variedad Whittet, pero es susceptible al amarillamiento del kikuyo.

Adaptado de Moore, Sanford, Willey , 2006

2.2.7. Establecimiento

El pasto kikuyo se establece vegetativamente (estolones) o por medio de semilla (Barners *et al*, 2007).

2.2.7.1. Establecimiento por Estolones

Se trazan surcos en el lote a una distancia entre 0.5 a 1.0 m y a una profundidad de 5 a 10 cm; se distribuyen los estolones a chorro continuo y se tapan con tierra (Estrada, 2002).

2.2.7.2. Establecimiento por Semilla

La semilla disponible comercialmente de kikuyo Whittet es ahora sembrada casi exclusivamente como una semilla prolífica, se recomienda sembrar 3 kg ha⁻¹ a 1 cm de profundidad (Fulkerson, 2007).

Por semilla sexual se puede propagar a través del tubo digestivo de los animales que las pueden consumir en buen número, las semillas permanecen viables por mucho tiempo. (Estrada, 2002). Como resultado, los animales pueden ser usados para propagación semilla a los nuevos potreros como un método de bajo costo de establecimiento. Las plántulas son de lento establecimiento y susceptibles a la humedad y el anegamiento, la temperatura óptima para la germinación está entre 19 y 29 °C (Moore *et al*, 2006).

2.2.8. Manejo del Pastoreo

2.2.8.1. Manejo del pastoreo utilizado en Australia

Fulkerson, (2007) el tiempo óptimo para el pastoreo puede determinarse de acuerdo al número de hojas del rebrote. Después del pastoreo en cada macollo de kikuyo crecen cuatro nuevas hojas antes de que la hoja más vieja empiece a morir. El número de hojas de un macollo son como las manecillas de un reloj biológico del potrero. Estos reflejan condiciones de crecimiento para la planta e indican si la pastura está lista para el pastoreo. Esto hace que los estados de la hoja sea una herramienta útil para determinar el intervalo del pastoreo. Para usar las etapas de la hoja efectivamente los siguientes puntos necesitan considerarse.

- La hoja remanente es el nuevo vástago que primero aparece después del pastoreo es una parte extendida antes del pastoreo y continúa a extenderse después del pastoreo y puede ser identificado por el ápice final. (Figura 1).

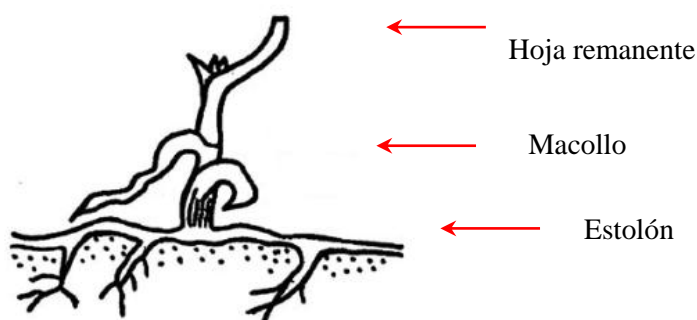


Figura 1. Estolón de kikuyo inmediatamente después del pastoreo, muestra el brote joven extenderse (Adaptado de Fulkerson, 2007).

- Si la hoja remanente crece a la mitad del tamaño de una hoja normal o más es contado como la primera nueva hoja, Las hojas subsecuentes emergerán de la vaina antes de que cada hoja previa se haya extendido totalmente. Por lo tanto en la etapa de la hoja cuarta la quinta hoja apenas emergerá fuera de la vaina. (Figura 2).

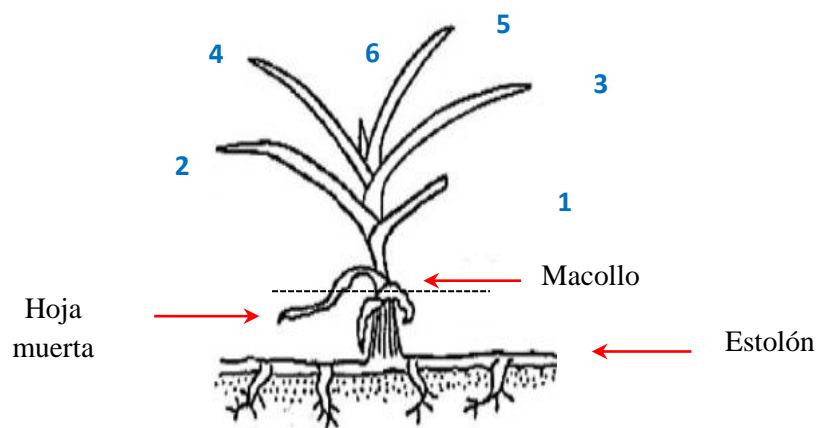


Figura 2. Macollo de kikuyo con seis hojas extendidas, la hoja seis emergiendo y las hojas viejas empiezan a morir (hoja1). (Adaptado de Fulkerson, 2007).

2.2.8.1.1. Limitaciones

El kikuyo puede ser pastoreado en el estado de cuatro hojas pero existen ciertas limitaciones (Fulkerson *et al*, 2010)

- Con menor oferta de pasto las vacas necesitan cubrir una mayor área y gastar más energía, esto dependerá de la Tasa de Crecimiento, es decir, cuanto pasto está en oferta.
- El contenido de Magnesio y Calcio es bajo en las hojas de kikuyo y es más bajo en los rebrotes, pero incrementan con la madurez. El contenido de potasio es demasiado alto para los rumiantes, bloquea la absorción del magnesio por las vacas lo cual puede provocar fiebre de la leche y otros problemas metabólicos. El contenido de nitratos es alto, los nitratos son convertidos en nitritos en el rumen los cuales son tóxicos para algunos microorganismos y se reduce la digestibilidad. Niveles altos de nitratos (> 1500 ppm) puede causar problemas de toxicidad.

2.2.8.2. Manejo del pastoreo utilizado en Colombia

Los sistemas de lechería especializada en Colombia están basados en el pastoreo rotacional con cerca. Bajo este sistema, el acceso de los animales a la pastura está controlado mediante una cerca eléctrica móvil que es desplazada entre una y seis veces al día siendo más frecuente el desplazamiento de la cerca eléctrica dos veces diarias, luego de cada ordeño. El tamaño de la franja que es asignada en cada desplazamiento de la cerca, se calcula empíricamente considerando tanto el número de animales como la disponibilidad de la pradera (Correa *et al*, 2008).

El pastoreo está basado en los días después del rebrote, Soto *et al*, (2005) evaluaron dos edades de corte del pasto kikuyo (30 y 60 días) para determinar el efecto de la edad sobre el valor energético y proteico del pasto kikuyo, las edades de corte afectaron ligeramente la calidad nutricional del kikuyo a los 60 días el kikuyo puede conservar su calidad nutricional. De acuerdo a Bernal, (2003), el pastoreo puede realizarse entre los 39 y 78 días después del rebrote.

2.2.9. Altura de residuo post pastoreo

La etapa más deseable de rebrote de kikuyo, en términos de un compromiso entre la calidad y cantidad de forraje, parece ser a 4.5 hojas por macollo. La proteína cruda, y las concentraciones de P y K de las hojas individuales disminuyen; Ca y Mg incrementan, y los niveles de Na se mantienen constantes con la edad. La proporción de hoja verde disponible sobre los 5 cm de residuo disminuye, mientras que, la proporción de tallo y material muerto aumentan después de 4.5 hojas por macollo en el rebrote. Estos cambios se reflejaron en una disminución significativa en la materia orgánica digerible y el contenido de proteína bruta. El contenido de carbohidratos solubles entre las 09:00 y 15:00 horas sobre los 5 cm de residuo incremento a la tasa de 5 g por kg de Materia Seca por hora, alcanzando máximos niveles durante la media tarde (Reeves *et al*, 2012).

2.2.10. Composición Química y Valor Alimenticio

Según Gaitán y Osorio citados por Soto *et al*, (2005) el pasto kikuyo se caracteriza por su alto contenido de proteína cruda y bajo contenido de carbohidratos no estructurales. Esto se debe posiblemente a los altos niveles de fertilización nitrogenada a la que es sometido.

Como la mayoría de pastos C4, el kikuyo tiene alto contenido de fibra pero puede manejarse para mantener la energía metabolizable de las hojas por encima de 9 MJ kg MS⁻¹. El kikuyo es deficiente en Sodio y Calcio así estos minerales necesitan suministrarse como suplemento para vacas de leche que pastorean en potreros de kikuyo (Cuadro, 2), (Fulkerson, 2007).

Cuadro 2. Contenido de nutrientes de la Materia Seca del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst), ryegrass perenne (*Lolium perenne* L) y requerimientos para vacas Holstein Fresian de 600 kg que producen 20 L día⁻¹.

NUTRIENTE	Ryegrass Perenne	Kikuyo ¹	Requerimiento vaca
Energía Metabolizable (MJ kg MS ⁻¹)	11.4	9.6	10.3
Nitrógeno, %	3.9	3.9	2.4
Nitrato, %	1.1	0.5	0.1
Proteína Cruda, %	24.3	24.2	15.0
Fibra Detergente Acido, %	23.0	26.0	18.0
Fibra Detergente Neutro, %	49.0	64.0	45.0
Carbohidratos solubles en agua, %	7.8	2.8	
Calcio, %	0.5	0.4	0.5
Fósforo, %	0.3	0.3	0.3
Potasio, %	2.2	2.9	0.9
Magnesio, %	0.3	0.3	0.2
Sodio, %	0.1	0.1	0.2
Azufre, %	0.4	1.3	0.2

Adaptado de Fulkerson 2007

¹ Los datos corresponden al kikuyo cortado cuando están presentes cuatro hojas.

En el Cuadro 3, se presenta la Energía Metabolizable y contenido de Proteína Cruda de la hoja de Kikuyo, tallo y material muerto en base a la Materia Seca.

Cuadro 3. Energía Metabolizable y contenido de Proteína Cruda de la hoja de Kikuyo, tallo y material muerto de la Materia Seca.

COMPONENTE	ENERGIA METABOLIZABLE MJ kg MS ⁻¹	PROTEÍNA CRUDA (%)
Hoja	9.2	21
Tallo	7.4	17
Material muerto	6.0	9

Adaptado de Fulkerson 2007

La fertilización nitrogenada afecta la digestibilidad y el consumo de forraje por los animales. Investigación conducida con Kikuyo en Nariño, Colombia, demostraron que la aplicación de 50 a 100 kg de N ha⁻¹ corte⁻¹ incrementó la proporción de pasto digerido. Se encontró que la digestibilidad promedio del kikuyo es mayor cuando el rebrote alcanza estado de pastoreo en el período de 39 a 50 días, en comparación con el rebrote a los 78 días (Cuadro 4). La aplicación de N también incrementa el consumo de forraje del kikuyo, indicando que la fertilización nitrogenada mejora la digestibilidad como la gustosidad (palatabilidad) y el consumo voluntario del rebrote. (Cuadro 5) (Bernal, 2003).

Cuadro 4. Efecto de la fertilización nitrogenada y de la edad del rebrote sobre la digestibilidad de la Materia Seca del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) (%).

Dosis de N kg ⁻¹ ha ⁻¹ corte ⁻¹	Edad del forraje, días			Promedio
	39	50	78	
0	56.4	53.4	51.3	50.5
50	61.8	57.3	61.8	56.1
100	63.0	57.9	60.5	57.6

Adaptado de Guerrero 1993

Cuadro 5. Efecto de la fertilización nitrogenada y de la edad del rebrote sobre el consumo voluntario de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) (g MS W⁻¹. 75 día⁻¹).

Dosis de N kg ⁻¹ ha ⁻¹ corte ⁻¹	Edad del forraje, días			Promedio
	39	50	78	
0	64.6	67.0	41.7	61.0
50	72.6	66.6	49.2	67.0
100	74.7	67.0	51.6	67.4

Kg. W. 75 / día (%) = kilogramos del peso metabólico por día. Peso metabólico del animal es el peso corporal (W) elevado a la potencia 0.75

Adaptado de Guerrero 1993

2.2.11. Producción de Forraje

En Australia una pastura de kikuyo tiene un gran potencial productivo, las vacas que pastorean en potreros de kikuyo bien manejados pueden producir alrededor de 14 – 15 litros de leche por día comparado con cerca de 20 – 22 litros de leche por día con ryegrass bien manejado. Bajo condiciones de una unidad comercial esta pastura puede producir más de 12 t de MS ha⁻¹ de trébol blanco y 8 t de MS ha⁻¹ de kikuyo de buena calidad. (Fulkerson, 2007).

Ríos *et al*, (1998), reporta producciones de kikuyo 2.61 – 3.22 t MS ha⁻¹ con la aplicación de 120 kg N ha⁻¹, 120 kg P ha⁻¹ y 120 kg K ha⁻¹ y rendimientos de 2.61 – 3.22 t MS ha⁻¹ y 0.99 – 1.34 t MS ha⁻¹ sin la aplicación de fertilización en la zona de Chillanes Bolívar.

En Colombia con vacas en producción de leche en pastoreo rotacional, se obtuvo mayor capacidad de carga al compararlo con ryegrass inglés (*Lolium sp*) y pasto azul (*Dactylis glomerata* L) con 3.75 animales adultos por hectárea con producción promedio de 15 kg leche⁻¹ vaca⁻¹ día⁻¹ con un porcentaje de grasa de 4 % (Estrada, 2002).

2.2.12. Usos

Su hábito de crecimiento y tolerancia al pastoreo intensivo hacen ideal al kikuyo para pasturas, aunque, se usa también para heno, corte en verde, ensilaje, henolaje (Barners *et al*, 2007).

2.3. Importancia de las leguminosas en pasturas asociadas

El empleo de pasturas de gramíneas asociadas con leguminosas es una alternativa práctica para disminuir los costos por fertilizantes aplicados, e incrementar la calidad de la dieta. Se obtienen mayores rendimientos de forraje de mayor calidad que en las pasturas puras, también se puede disminuir o suprimir la fertilización nitrogenada, aprovechando el nitrógeno atmosférico fijado por la leguminosa, es también importante porque presentan mayor resistencia a la sequía, a la incidencia de plagas y enfermedades y heladas en el caso del kikuyo (Cárdenas, 2002).

2.4. Trébol blanco (*Trifolium repens* L)

El trébol blanco es una leguminosa considerada como la mejor adaptada al pastoreo en las zonas templadas del planeta. Las pasturas de trébol blanco tienen una duración de 4 a 7 años, bajando la producción a partir de entonces. En países de cuatro estaciones las mayores producciones se presentan durante la primavera y el verano (Gómez, 2005).

El trébol blanco no está diseñado para sembrarse como cultivo puro. En estas condiciones la invasión de malezas, principalmente de gramíneas nativas, estimuladas por el nitrógeno fijado por la leguminosa, reduce su crecimiento y competitividad (Paladines, 2010).

2.4.1. Origen y Distribución Geográfica

Se cree que el género *Trifolium* se originó en la región mediterránea Período Mioceno, hace 16-23 millones de años (Ellison *et al*, 2006). El trébol blanco se extendió a través de Europa y Asia occidental con la migración de los animales. La domesticación del trébol blanco se produjo hace 400 años en los Países Bajos y emigró junto con los colonos europeos a varios continentes en los

que en la actualidad se considera naturalizada (Zeven 1991; Lane *et al*, 1997). El trébol blanco ha tendido a naturalizarse en las regiones templadas del mundo con precipitaciones mayores a 750 mm anuales. Europa Occidental, América, Australia y Nueva Zelanda son las principales zonas de cultivo de trébol blanco en el mundo (Jahufer *et al*, 2001).

Paladines, (2010) menciona que el trébol blanco luego de su introducción en el Ecuador a finales del siglo 19 se ha naturalizado de manera que se encuentra en casi todos los ecosistemas de la Sierra en la forma de un trébol de poco desarrollo.

2.4.2. Clasificación Botánica

Según Rueda, (2002) la clasificación taxonómica del trébol blanco es la siguiente:

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Género:	Trifolium
Especie:	Repens
N. binomial:	<i>Trifolium repens</i> L
N. común:	Trébol blanco

2.4.3. Descripción Botánica

El trébol blanco es una leguminosa postrada, tiende a ser perenne pero puede comportarse como anual bajo condiciones de estrés por humedad (Hutchinson *et al*, 1995). El elemento básico de una planta de trébol blanco es el estolón. El estolón consiste en una serie de entrenudos separados por nudos. La raíz primaria es poco profunda con pequeñas coronas, que puede crecer hasta un metro (Smoliak *et al*, 2008). Las hojas son glabras, trifoliadas asentándose en peciolo largos provenientes de los nudos de los estolones. Las láminas son sésiles y aserradas. Las estípulas son pequeñas lanceoladas, en punta, formando un tubo alrededor del tallo (Paladines, 2010). Las flores se producen a partir de yemas apicales activas. Las inflorescencias son racimos globulares, cada inflorescencia consta de 20 – 40 flores de color blanco habitualmente teñidas de rosa. Las semillas son lisas en forma de corazón de color amarillo brillante a marrón amarillento, y se oscurecen con la edad (Frame, 2003).

2.4.4. Tipos de Trébol Blanco

Gómez, (2005) menciona que se distinguen tres tipos de trébol blanco basados en sus características morfológicas:

- a) **Trébol blanco enano.** Antiguamente se usaba mucho en céspedes deportivos pero hoy en día no tiene interés. Tiene hojas e inflorescencias de pequeño tamaño, además tiene el ciclo corto y dan bajas producciones.
- b) **Trébol blanco Holandicum o medio.** Es el tipo más usado, los tamaños de sus tallos y hojas son de tipo medio y se utiliza fundamentalmente para pastoreo. Las pasturas de este tipo de trébol blanco tienen una duración de media a larga.

- c) **Trébol blanco ladino gigante.** Se caracteriza por tener mayor tamaño tanto el tallo como las hojas, siendo una planta muy agresiva. Puede a veces usarse para siega. En condiciones de buen suministro de agua, es altamente productivo.

2.4.5. Variación Genética

El trébol blanco es un tetraploide natural, el número de cromosomas es $2n = 4x = 32$ (Voisey *et al*, 1994)

2.4.6. Reproducción

El trébol blanco posee dos mecanismos de reproducción: semilla y a través de estolones. La adopción primaria de cualquiera de uno de estos mecanismos depende de la influencia del ambiente sobre la supervivencia de los estolones. Por ejemplo, en las regiones templadas frías del Reino Unido, la reproducción de trébol blanco a partir de semillas es rara, el crecimiento de estolones es el principal medio de reproducción (Lane *et al*, 2000).

2.4.6.1. Reproducción Sexual

El trébol blanco es capaz de la reproducción sexual a través de la floración y producción de semillas cuando las condiciones ambientales no son favorables para la reproducción vegetativa. Condiciones ambientales desfavorables que estimula la reproducción sexual incluyen la sequía, o el pastoreo excesivo. Como resultado, la reproducción sexual es una importante estrategia de supervivencia para trébol blanco (Archer; Robinson, 1989). Muchos factores influyen en la floración, incluyendo el genotipo, fotoperiodo, temperatura nutrición, manejo del pastoreo y la cantidad de humedad del suelo (Lane *et al*, 2000).

2.4.6.2. Reproducción Asexual

El trébol blanco es capaz de reproducirse vegetativamente a través de la generación de estolones. El estolón tiene dos yemas nodales de las cuales las raíces crecen si ellas están en contacto con el suelo húmedo. Además la ramificación ocurre en las yemas laterales. Cada ápice del crecimiento tiene un brote apical desde el cual las hojas, flores y los brotes laterales se forman. Cuando los estolones viejos mueren las raíces nodales soportan el nuevo crecimiento de los ápices (Anon, 2005).

2.4.7. Requerimientos Agroecológicos

El trébol blanco se adapta a suelos fértiles, francos a franco arcillosos, con humedad suficiente y pH de 5 a 7. No resiste los suelos anegados permanentemente y su capacidad para sobrevivir se reduce significativamente en suelos mal drenados. En los valles de la Sierra, la falta de drenaje de los potreros es uno de los graves problemas para la persistencia del trébol blanco (Paladines, 2004).

2.4.8. Requerimientos Nutricionales

El trébol blanco requiere buenos Niveles de Nitrógeno, Azufre, Potasio y Molibdeno especialmente cuando se cultiva con otros pastos. Altos niveles de Nitrógeno pueden inhibir el crecimiento de trébol blanco (Anon, 2008).

2.4.9. Establecimiento

El trébol blanco normalmente se siembra a razón de 1- 4 kg ha⁻¹ como parte de una mezcla o 4 – 5 kg ha⁻¹ cuando se siembra solo. Se puede establecer en estaciones cálidas con pastos como el paspalum o kikuyo. La semilla debe inocularse con *Rhizobium*. Las plántulas de trébol blanco son susceptibles a los ácaros y larvas del gusano cortador, por lo tanto se debe aplicar un insecticida residual antes de iniciar la siembra (Moore *et al*, 2006).

2.4.10. Manejo

El hábito de crecimiento permite la persistencia bajo pastoreo continuo, pero el pastoreo rotacional con períodos de descanso proporciona mayores rendimientos de forraje y persistencia del trébol blanco (Barners *et al*, 2007). En mezclas forrajes el trébol blanco debe representar el 10 – 20 % de la mezcla (Anon, 2005).

La capacidad del trébol blanco para convivir con el kikuyo debe ser aprovechada al máximo, especialmente si se trata de una renovación del kikuyo (Estrada, 2002).

2.4.11. Especies Acompañantes

En zonas adecuadas, el trébol blanco se puede sembrar en mezclas con ryegrass perenne (*Lolium perenne* L), pasto azul (*Dactylis glomerata* L), falaris (*Phalaris arundinacea* L) o festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb) o con pastos de estación cálida tales como kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) (Moore *et al*, 2006).

2.4.12. Producción de Forraje en el Ecuador

Generalmente en la Sierra el rendimiento de la leguminosa pura no sobrepasa las 10 t de MS ha⁻¹ año⁻¹. La mezcla con ryegrass es la mezcla clásica y que sirve de comparación para cualquier otra. El valor nutritivo del trébol blanco es muy alto, con digestibilidad superior a 78 % y contenido de Proteína Cruda de 22 – 24 % en el estado de crecimiento óptimo (Paladines, 2010).

2.4.13. Timpanismo

En casos extremos cuando el trébol es dominante en los pastizales puede ser un problema sobre todo antes de la floración. El trébol blanco contiene glucósido cianogénico, el cual puede transformarse en cianuro (ácido prúsico) y por lo tanto el envenenamiento de los animales (Moore *et al*, 2006).

2.4.14. Composición Química y Valor Alimenticio

El trébol blanco es alto en proteína y minerales (Cuadro 6). Contiene 22 – 28 % de proteína cruda, 2.7 – 3.3 % de grasa cruda, 9.4 – 11.9 % de ceniza, 6.6 – 7 % de lignina y 15.7 – 21.1 % de fibra cruda. El trébol blanco es considerado más digerible que otras leguminosas forrajeras de clima templado. Los Taninos se acumulan en las flores de trébol blanco pero no en las hojas o estolones (Anon 2005).

Cuadro 6. Composición mineral del trébol blanco (*Trifolium repens* L).

COMPONENTE QUÍMICO	RANGO DE CONTENIDO (g kg ⁻¹ MS)	COMPONENTE QUÍMICO	RANGO DE CONTENIDO (mg kg ⁻¹ MS)
Nitrógeno	26.6 – 5.3	Hierro	102 – 448
Fósforo	1.9 – 4.7	Molibdeno	1.3 – 14.2
Potasio	15.4 – 38.0	Magnesio	40 - 87
Magnesio	1.4 – 4.8	Cobre	5.4 – 9.7
Azufre	2.1 – 4.3	Zinc	22 - 32
Calcio	12-0 – 23.1	Boro	26 - 50
Sodio	0-5 – 4.6		

Adaptado de Anon 2005, Frame y Newbould 1986, Frame 2003

2.4.15. Usos

El trébol blanco se utiliza principalmente para pastoreo, sobre todo en asociación con gramíneas, pero también es utilizado para henificar (Suttie, 2003).

2.5. Fertilización de las Pasturas

El uso de fertilizantes es indispensable para mantener los niveles de producción deseados y constituye uno de los mayores costos de la producción pecuaria. La fertilización debe programarse y realizarse individualmente por potrero, ya que cada uno de ellos tiene características de suelo especiales (Paladines *et al*, 2003).

Los fertilizantes son insumos costosos, por lo tanto es necesario utilizarlos de la manera más eficiente posible. El uso eficiente de los fertilizantes depende de la utilización de las cantidades correctas para las condiciones de cada suelo y pasto. Así como de la forma y época de aplicación (Bernal, 2003).

2.6. Fertilización Nitrogenada

La fertilización nitrogenada en suelos de la Región Interandina, es una tarea difícil, debido a la compleja estructura de los suelos andisoles derivados de la ceniza volcánica, sobre los cuales crecen los pastizales (Grijalva *et al*, 1995).

Los fertilizantes nitrogenados que contienen o forman amonio (NH_4^+) incrementan la acidez del suelo a menos que la planta absorba NH_4^+ directamente. Ejemplos de estos fertilizantes son el sulfato de amonio $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, nitrato de amonio NH_4NO_3 y la urea $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ (Bernal, 2003).

La adecuada fertilización con N es esencial para el establecimiento y rápido crecimiento del pasto y plantas de leguminosas, para obtener altos rendimientos de forraje. Es requerido en grandes cantidades entre los nutrientes primarios para las plantas (N, P, K) y es frecuentemente el más deficiente de los tres elementos (Barners *et al*, 2007).

2.6.1. Funciones del Nitrógeno en las plantas forrajeras

El Nitrógeno es esencial para la síntesis de proteínas y en la formación de ácidos nucleicos. El Nitrógeno es también una parte integral de la molécula clorofila y requerido para la fotosíntesis. Está asociado con el crecimiento vigoroso y el color verde oscuro de las plantas. Se moviliza rápidamente de los tejidos viejos a los nuevos tejidos. Una deficiencia de Nitrógeno resulta en enanismo, apariencia clorótica, causa acumulación de carbohidratos, y reduce el contenido de proteína (Barners *et al*, 2007).

El N es el nutriente que más estimula la proliferación del sistema radicular, principalmente cuando se encuentra en forma amoniacal. Además, el N amoniacal aumenta la eficiencia de la fertilización fosfatada, que a su vez tiene un efecto positivo en el desarrollo radicular (Yamada, 2003).

2.6.2. Formas del Nitrógeno en el Suelo

2.6.2.1. Nitrógeno Inorgánico

Las formas inorgánicas del nitrógeno del suelo incluyen: nitratos (NO_3^-), nitritos (NO_2^-), óxido nitroso N_2O , óxido nítrico (NO), amonio NH_4^+ , amoníaco NH_3 . Desde el punto de vista de fertilidad del suelo, las formas NH_4^+ y NO_3^- son las de mayor importancia, porque así es como absorben las plantas este elemento. El NH_4^+ se encuentra generalmente en forma intercambiable adsorbido a los coloides del suelo. El NO_2^- y el NO_3^- se encuentran en solución en el agua del suelo. Los tres reunidos representan el 2 % del nitrógeno total. Las formas N_2O y NO son gases y se encuentran en muy pequeñas cantidades, generalmente no son posible detectar. De estas el N_2O y el NO tienen importancia negativa porque es así como se pierde el Nitrógeno por desnitrificación (Padilla, 2005).

2.6.2.2. Nitrógeno Orgánico

Las formas orgánicas del Nitrógeno del suelo se hallan como aminoácidos y proteínas consolidadas, aminoácidos libres, amino-azúcares y otros compuestos no identificados. El contenido de N en la materia orgánica es del 5 % y únicamente el 1 % es disponible para las plantas (Padilla, 2005).

2.6.3. Fuentes de Nitrógeno para las plantas forrajeras

Comparaciones agronómicas de varios fertilizantes nitrogenados, cuando son aplicados de acuerdo con las recomendaciones técnicas, han indicado leves diferencias en su eficiencia. Obviamente, las condiciones pueden variar para una localidad específica que puede hacer que una fuente actúe mejor que la otra, pero esas condiciones son a menudo predecibles (Padilla, 2005).

Las fuentes de Nitrógeno utilizadas incluyen urea (45 – 0 – 0) ó (46 – 0 – 0), nitrato de amonio (34 – 0 – 0), sulfato de amonio (21 – 0 – 0 – 24), fosfato de amonio (18 – 46 – 0). El amonio y el nitrato son rápidamente utilizados por los forrajes después de entrar en el suelo. El estiércol contiene N en formas orgánicas e inorgánicas la mayor parte del N inorgánico en el estiércol está presente como amonio. La materia orgánica es una de las principales fuentes de N (Barners, 2007).

Ruales (2010) en su trabajo de investigación en la zona de Tumbaco, Pichincha utilizó como fuentes de Nitrógeno tres tipos de ureas: urea común, urea recubierta con azufre y urea con

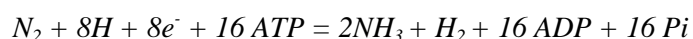
inhibidor de la ureasa (urea verde) encontrando que, la mayor producción de la mezcla forrajera se obtuvo con Urea verde con 600 kg N ha⁻¹ año⁻¹ con 2.90 t MS ha⁻¹ corte⁻¹ ($P \leq 0.05$), mientras que la menor producción se obtuvo con el Testigo sin Nitrógeno con 2.03 t MS ha⁻¹ corte⁻¹ ($P \leq 0.05$) y con producción de materia seca igual Urea común con 75 kg N ha⁻¹ año⁻¹ y Urea azufre con 75 kg N ha⁻¹ año⁻¹, con 2.15 t MS ha⁻¹ corte⁻¹ ($P \leq 0.05$).

2.6.4. Fijación Biológica del Nitrógeno

El Nitrógeno es fijado por bacterias libres y bacterias simbióticas, las cuales pueden convertir el Nitrógeno atmosférico en amonio. La mayoría de estos procariontes fijadores de Nitrógeno viven libremente en el suelo. Unos pocos forman asociaciones simbióticas con plantas superiores, en la que el procariota aporta a la planta hospedera Nitrógeno fijado y lo intercambia por otros nutrientes y carbohidratos. Dichas simbiosis tienen lugar en los nódulos que se forman en las raíces de la planta y que contienen las bacterias fijadoras de Nitrógeno. El tipo más común de simbiosis se produce entre los miembros de la familia Leguminosae y las bacterias del suelo del género *Azorhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Photorhizobium*, *Rhizobium* y *Sinorhizobium* llamados generalmente rizobia (Taiz; Zeiger, 2006).

2.6.4.1. Mecanismo de la Fijación Biológica

Según Taiz y Zeiger, (2006) la fijación biológica del Nitrógeno, al igual que la fijación industrial, produce amoniaco e Hidrógeno molecular. La reacción global es:



En la reducción del N_2 a $2NH_3$, hay una transferencia de seis electrones que se acopla a la reducción de protones para producir H_2 . Esta reacción está catalizada por el complejo enzimático nitrogenasa. El complejo enzimático nitrogenasa puede separarse en dos componentes: la proteína Fe y la proteína Mo-Fe, ninguna de las cuales tiene actividad catalítica por si sola (Taiz; Zeiger, 2006).

2.6.4.2. Formación de nódulos en las leguminosas

La simbiosis *Rhizobium*-leguminosas es el resultado de una interacción muy específica entre la bacteria y la planta. La organogénesis del nódulo es un proceso inducido por un "intercambio de señales" entre los dos participantes de la interacción, el microsimbionte (bacteria) y el macrosimbionte (planta). Es esencial la unión del microorganismo a los pelos radicales de la planta. Sustancias con efecto mitógeno (factores de nodulación) son sintetizadas por productos de los llamados genes de nodulación del microsimbionte (genes nod), en respuesta a la excreción por la planta de sustancias de tipo flavonoide (Baca *et al*, 2000). Es importante destacar además que la fertilización con Fósforo influye sobre la simbiosis, ya que el déficit de este elemento limita el buen desempeño de la fijación biológica. La fertilización con Fósforo incrementa el número de nódulos, su masa, la producción de materia seca del forraje y la fijación de N_2 . Las altas temperaturas y baja humedad son negativas para la sobrevivencia de los rizobios en el suelo o en los inoculantes, así como para los procesos que involucran la nodulación y la fijación (Alesandri *et al*, 2009). En la figura 3 se detalla el proceso de formación de nódulos en las leguminosas.

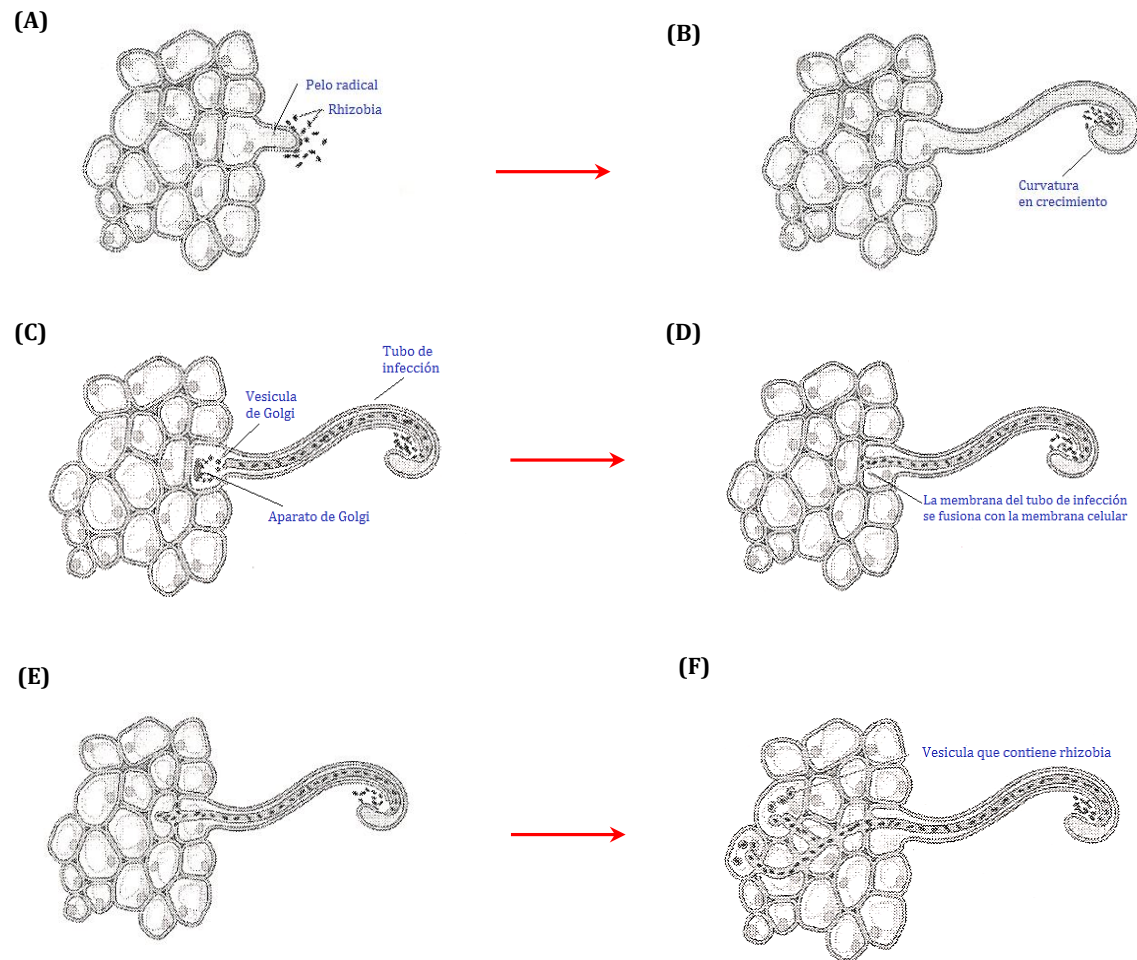


Figura 3. Formación de nódulos en leguminosas. Adaptado de Taiz; Zeiger, 2006

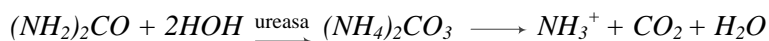
En la Figura 3, se observa que, (A) Los rizobia se unen a un pelo radical emergente en respuesta a atrayentes químicos enviados por la planta. (B) En respuesta a los factores producidos por la bacteria, el pelo radical muestra un crecimiento curvilíneo anormal y los rizobia proliferan en la zona del enrollamiento. (C) Degradación localizada de la pared del pelo radical que conduce a la infección y a la formación del tubo de infección a partir de las vesículas secretoras del Golgi de las células radicales. (D) El tubo de infección alcanza el extremo de la célula y su membrana se funde con la membrana plasmática de la célula del pelo radical. (E) Los rizobia son liberados en el apoplasto y penetran por la lámina media a la membrana plasmática de la célula subepidérmica, iniciando un nuevo tubo de infección, que forma un canal abierto con el primero. (F) El tubo de infección se extiende y ramifica hasta que llega a las células diana, donde las vesículas compuestas de membrana vegetal que encierran las células bacterianas se liberan al citosol.

2.7. Urea

La urea es un fertilizante con alto contenido de N (46 %) y en consecuencia el más económico por unidad de nutriente. Por esta razón, es la fuente de N más utilizada en la agricultura. Sin embargo, es necesario tener en cuenta el alto potencial de volatilización del material cuando no se usa adecuadamente (Bernal, 2003).

2.7.1. Reacciones de la urea en el suelo

Padilla, (2005) menciona que la urea conocida químicamente como carbodiamida $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ al ser aplicada en el suelo, en combinación con el agua y la acción de la enzima natural ureasa, se transforma en NH_4^+ formando parte de un compuesto $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, el cual no es muy estable, de acuerdo a la siguiente reacción:



En NH_3 formado al final de estas reacciones es un gas que se volatiliza fácilmente de la superficie del suelo, perdiéndose de esta forma apreciable cantidad de N. Sin embargo, el NH_3 en contacto con la humedad del suelo se transforma nuevamente en NH_4^+ , permaneciendo así en forma estable en el suelo. Por esta razón, es aconsejable incorporar la urea mecánicamente, disolviéndola con riego o aplicándola cuando exista un buen grado de humedad en el suelo. En forrajes también se acostumbra aplicar la urea en las últimas horas de la tarde o muy temprano en la mañana para aprovechar la humedad proveniente del rocío. Estas prácticas de manejo evitan la volatilización del N. Se ha reportado que con un manejo descuidado de la urea (aplicadas a praderas en época seca) se puede llegar a perder cerca del 60 % del N aplicado. Con el objetivo de prevenir las pérdidas por volatilización se han fabricado gránulos de urea recubiertos con una delgada capa de material protector. La más popular es la urea recubierta con una delgada capa de Azufre elemental lo que permite reducir las pérdidas de N por volatilización y lixiviación. Esta delgada capa de S debe ser atacada por microorganismos del suelo y este proceso abre una pequeña brecha por donde la urea se hidroliza más lentamente, evitando las potenciales pérdidas de N. Este material no se ha utilizado ampliamente porque tiene un valor significativamente más alto que la urea normal (Bernal, 2003).

2.7.2. Contenido de Biuret

El biuret $(\text{NH}_2\text{-CO-NH-CO-NH}_2)$ es una molécula que se forma durante la síntesis de la urea cuando la temperatura de producción sobrepasa ciertos umbrales. Se forma por la combinación de dos moléculas de urea y la liberación de una molécula de NH_3 . El contenido de biuret de la urea no es constante, sino que varía apreciablemente de acuerdo a la calidad del proceso de producción. Esta molécula es tóxica para las plantas, y en general se recomienda no usar urea con contenidos de biuret superiores al 1.5 - 2.0 %. En situaciones de producción donde se aplica urea en forma foliar, la sensibilidad de los cultivos aumenta, recomendándose aplicar urea con contenido de biuret inferiores al 0.25 % (Perdomo *et al*, s.f).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del ensayo

3.1.1. Ubicación

Provincia:	Pichincha
Cantón:	Quito
Parroquia:	Tumbaco (CADET)
Lote:	1.2
Altitud:	2465 msnm
Longitud:	78° 22' 00'' O
Latitud:	00° 13' 46'' S

3.1.2. Características del sitio experimental

Según la clasificación bioclimática de Holdridge, el área de ensayo corresponde a la formación ecológica, bosque seco – Montano bajo (bs – Mb) (Cañadas, 1983)

3.1.2.1. Características bioclimáticas²

Temperatura promedio anual:	15.57 °C
Precipitación promedio anual:	882.84 mm
Humedad Relativa promedio anual:	76.43 %

3.1.2.2. Características edafológicas

Textura:	Franco arenoso
Topografía:	Ondulada
Pendiente	2 – 5 %

3.1.2.3. Clasificación del suelo³

Orden:	Andisol
Suborden:	Ustic
Gran Grupo:	Durand

3.1.3. Material experimental

3.1.3.1. Equipos, herramientas y materiales de campo

- Balanza
- Bolsas especiales para determinar la Digestibilidad *in situ*
- Cámara fotográfica
- Cuadrantes metálicos

³ Mapa General de Suelos del Ecuador

- Fundas de papel
- Fundas plásticas
- Herramientas manuales (azadón, rastrillo, hoz)
- Libro de campo
- Motoguadaña
- Vaca fistulada

3.1.3.2. Equipo de Laboratorio

- Balanza de precisión
- Estufa

3.1.3.3. Insumos

3.1.3.3.1. Semilla

- Trébol blanco: 10 kg ha⁻¹
- Estolones de kikuyo de 20 cm con 8 nudos

3.1.3.3.2. Fertilizantes

- Urea
- Sulpomag
- Muriato de Potasio
- Superfosfato triple

3.1.3.4. Instalaciones

- Laboratorio de Pastos y Forrajes FCA – CADET
- Laboratorio de Nutrición Animal FCA

3.2. Métodos

3.2.1. Factores en Estudio

1. Altura de planta al corte (A)

a1 = 20 cm

a2 = 40 cm

2. Niveles de Nitrógeno (N)

n0 = 0.0 kg N corte⁻¹ ha⁻¹

n1 = 7.5 kg N corte⁻¹ ha⁻¹

n2 = 15.0 kg N corte⁻¹ ha⁻¹

n3 = 30.0 kg N corte⁻¹ ha⁻¹

n4 = 60.0 kg N corte⁻¹ ha⁻¹

Equivale a:

0 kg N ha⁻¹ año⁻¹

75 kg N ha⁻¹ año⁻¹

150 kg N ha⁻¹ año⁻¹

300 kg N ha⁻¹ año⁻¹

600 kg N ha⁻¹ año⁻¹

3. Adicional Mezcla forrajera (M)

m1 = Kikuyo + Trébol blanco var Tribute

3.2.2. Tratamientos

Resultan de combinar los niveles de los dos factores en estudio más el tratamiento adicional (Cuadro 7).

Cuadro 7. Tratamientos para evaluarse en el proyecto producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2012.

Nº TRATAMIENTO	CODIFICACIÓN	INTERACCIÓN
1	a1n0	20 cm / 0.0 kg N corte ⁻¹ ha ⁻¹
2	a1n1	20 cm / 7.5 kg N corte ⁻¹ ha ⁻¹
3	a1n2	20 cm / 15.0 kg N corte ⁻¹ ha ⁻¹
4	a1n3	20 cm / 30.0 kg N corte ⁻¹ ha ⁻¹
5	a1n4	20 cm / 60.0 kg N corte ⁻¹ ha ⁻¹
6	a2n0	40 cm / 0.0 kg N corte ⁻¹ ha ⁻¹
7	a2n1	40 cm / 7.5 kg N corte ⁻¹ ha ⁻¹
8	a2n2	40 cm / 15.0 kg N corte ⁻¹ ha ⁻¹
9	a2n3	40 cm / 30.0 kg N corte ⁻¹ ha ⁻¹
10	a2n4	40 cm / 60.0 kg N corte ⁻¹ ha ⁻¹
11	m1	Kikuyo + Trébol blanco

3.2.3. Unidad Experimental

La unidad experimental, estuvo representada por una parcela rectangular con las siguientes características:

- **Unidad experimental total:**
 - Largo = 3.6 m
 - Ancho = 2.0 m
 - Área = 7.2 m²
- **Unidad experimental neta:**
 - Largo = 2.6 m
 - Ancho = 1.0 m
 - Área = 2.6 m²
- **Área total del ensayo:**
 - Largo = 42.6 m
 - Ancho = 12.0 m
 - Área = 511.2 m²
- **Gráfico de disposición de los tratamientos en el sitio experimental**

La disposición de las parcelas se presenta en el Anexo 2.

3.2.4. Análisis Estadístico

3.2.4.1. Diseño Experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar en un arreglo factorial $2 \times 5 + 1$, para un total de 11 tratamientos, que se ubicaron en cuatro repeticiones para un total de 44 unidades experimentales.

3.2.4.2. Número de tratamientos: once

3.2.4.3. Número de repeticiones: cuatro

3.2.4.4. Características del área experimental

- Nº de unidades experimentales: 44
- Área de caminos: 194.4 m^2
- Área total del experimento: 316.8 m^2

3.2.4.5. Esquema del Análisis de la Varianza (ADEVA)

Se presenta en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Esquema del ADEVA para el proyecto producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2012

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADOS DE LIBERTAD
TOTAL	43
TRATAMIENTOS	10
ALTURA DE PLANTA AL CORTE (A)	1
NIVELES DE NITRÓGENO (N)	4
A x N	4
FACTORIAL <u>vs</u> ADICIONAL	1
REPETICIONES	3
ERROR EXPERIMENTAL	30
PROMEDIO — unidades	
CV — %	

3.2.5. Variables y Métodos de Evaluación

3.2.5.1. Porcentaje de brotes de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) en relación a los nudos plantados

Para determinar el número de brotes en relación a los nudos plantados se utilizó un cuadrante metálico de 0.25 m², este se ubicó al azar en tres sitios dentro de las unidades experimentales de cada tratamiento, se contó el número de brotes y se determinó su porcentaje en relación a los nudos plantados. Para el tratamiento adicional se empleó un cuadrante metálico de 0.64 m² de superficie y se ubicó en dos sitios dentro de las unidades experimentales. Esta variable se midió a la tercera semana después de plantar los estolones.

3.2.5.2. Producción Primaria

La Producción primaria se midió, cuando el kikuyo alcanzó 20 y 40 cm de altura. Se utilizó un cuadrante metálico de 0.25 m², se cortó el material contenido en el cuadrante dejando un residuo de 5 cm. En cada parcela se cortaron tres cuadrantes colocados al azar.

Del material recogido en los tres cuadrantes se obtuvieron dos muestras, una de 200 g para determinar el contenido de materia seca y la segunda muestra de 500 g para determinar la composición botánica.

El porcentaje de Materia Seca se obtuvo con la siguiente fórmula:

$$\% MS = \frac{\text{Peso Seco}}{\text{Peso húmedo}} \times 100$$

Para determinar el rendimiento se utilizó las siguientes fórmulas:

$$\text{Peso Húmedo (PH) kg m}^{-2} = \frac{\text{PH kg (tres cuadrantes)}}{0.25 \text{ m}^2 \times 3}$$

$$\text{Rendimiento MH, kg ha}^{-1} = \text{Peso Húmedo m}^{-2} \times 10000$$

$$\text{Rendimiento kg MS ha}^{-1} = \text{Rendimiento MH ha}^{-1} \times \frac{\% MS}{100}$$

3.2.5.3. Tasa de Crecimiento

Una vez obtenido el rendimiento en kg MS ha⁻¹, se procedió a calcular la tasa de crecimiento diaria expresada en kg de MS ha⁻¹ día⁻¹, mediante la fórmula:

$$\text{Tasa de Crecimiento kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1} = \frac{\text{Rendimiento kg MS ha}^{-1}}{\text{Intervalo entre cortes (días)}}$$

3.2.5.4. Número de macollos de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) por metro cuadrado

Para determinar el número de macollos de kikuyo se utilizó un cuadrante metálico de 0.25 m², este se ubicó al azar en tres sitios dentro de las unidades experimentales de cada tratamiento, y se contó el número de macollos. Esta variable se midió antes de realizar el último corte experimental.

3.2.5.5. Peso de estolones de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) por metro cuadrado

Para determinar el peso de los estolones de kikuyo, se utilizó un cuadrante metálico de 0.25 m², este se ubicó en los sitios en los cuales se contó el número de macollos. Se utilizó un azadón para recolectar los estolones, del material recogido en los tres cuadrantes se utilizó una muestra de 200 g para determinar el contenido de materia seca de los estolones. Esta variable se midió después de realizar último corte experimental.

3.2.5.6. Número de nudos de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) por metro cuadrado

Para determinar el número de nudos de kikuyo se utilizó el material recogido para determinar el peso de los estolones. Esta variable se midió después de realizar último corte experimental.

3.2.5.7. Longitud de estolones de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) por metro cuadrado

Para determinar la longitud de estolones de kikuyo por metro cuadrado se utilizó el material recogido para determinar el peso de los estolones y el número de nudos por metro cuadrado. Esta variable se midió después de realizar último corte experimental.

3.2.5.8. Digestibilidad del Forraje

Para el análisis de Digestibilidad se utilizó el método de Digestibilidad *in situ*, de acuerdo al estudio de Rosero (2002). Se utilizó el material del último corte experimental. Del material recogido se mezclaron las cuatro repeticiones de cada tratamiento y se obtuvo una muestra de 400 g y cada una se secó en la estufa. Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Pastos y Forrajes de la FCA – UCE, (CADET).

3.2.5.9. Número de plantas de trébol blanco (*Trifolium repens* L) por metro cuadrado después de la siembra

Para determinar el número de plantas por metro cuadrado de trébol blanco se utilizó un cuadrante de 0.01 m² de superficie, este se ubicó en cuatro sitios dentro de las unidades experimentales de cada tratamiento adicional y se contó el número de plantas. Esta variable se midió a la primera, segunda y tercera semana después de la siembra.

3.2.5.10. Composición Botánica

La Composición Botánica, se determinó en cada corte por el método de separación manual. La alícuota de 500 g se separó en kikuyo, trébol blanco, gramíneas invasoras y malezas. Se determinó el contenido de Materia Seca en cada componente.

3.2.6. Métodos de Manejo del Experimento

3.2.6.1. Análisis Químico del Suelo

Se tomó una muestra de suelo del lote 1.2 y se envió al laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador, para el análisis.

3.2.6.2. Preparación del suelo

Antes de la implementación del ensayo se realizó el arado del suelo, rastra y limpieza del lote. Luego de realizar estas labores se procedió a delimitar el lugar específico del ensayo.

3.2.6.3. Fertilización

La fertilización de base (N, P, K, S, Ca, Mg) se realizó de acuerdo a los resultados del análisis de suelos y el requerimiento del pastizal, con los fertilizantes y cantidades que se detallan en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Fertilización inicial para el establecimiento del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con fertilización nitrogenada y en asociación con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2012.

Urea	N	50 kg ha ⁻¹
Sulpomag	K ₂ O MgO S	20 kg ha ⁻¹
Muriato de Potasio	K ₂ O	50 kg ha ⁻¹
Superfosfato triple	P ₂ O ₅	20 kg ha ⁻¹

3.2.6.4. Calidad de la semilla de trébol blanco (*Trifolium repens* L)

Para la investigación se utilizó trébol blanco variedad Tribute, cuyo porcentaje de germinación fue del 87 % de acuerdo a las pruebas de germinación realizadas antes de la siembra (Fotografía 2). Gonzales, (2001) menciona que en la zona de Tumbaco existe en promedio 1.7×10^8 células de rizobios por gramo de suelo, estos rizobios presentes en el suelo son capaces de infectar las raíces del trébol pero no fijan Nitrógeno, por lo cual fue necesario inocular las semillas de trébol con una cepa de *Rhizobium* para asegurar la fijación de Nitrógeno.

3.2.6.5. Siembra

El kikuyo solo se estableció mediante estolones, plantados en líneas con una separación de 20 cm, la mezcla forrajera se estableció utilizando estolones plantados en líneas con una separación de 40 cm, el trébol blanco se sembró mediante semillas previamente inoculadas con una cepa de *Rhizobium* conjuntamente con los estolones de kikuyo.

3.2.6.6. Labores culturales

Se limpiaron los caminos con la ayuda de herramientas manuales (azadón, rastrillo, machete).

3.2.6.7. Riego

Se utilizó un lisímetro MC para determinar la evaporación diaria y se suministró riego a las unidades experimentales hasta llegar a capacidad de campo (Anexo 3).

3.2.6.8. Cortes

Los cortes experimentales en las parcelas de kikuyo solo se realizaron cuando el pasto alcanzaba 20 y 40 cm de altura, en el caso de las mezcla de trébol blanco + kikuyo los cortes se realizaron cuando la mezcla llegaba a 20 cm de altura. Los cortes se realizaron con la ayuda de una hoz y un cuadrante metálico de 0.25 m², se tomaron un total de tres muestras por unidad experimental neta.

Luego de la toma de muestras se realizó el corte de igualación con la ayuda de una motoguadaña, para homogenizar las unidades experimentales, dejando un residuo aproximado de 5 cm.

3.2.6.9. Aplicación de tratamientos

La aplicación de Nitrógeno⁴ en las parcelas de kikuyo solo se realizó al voleo en las dosis que se detalla en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Dosis de Nitrógeno aplicado por parcela para el estudio de la producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst). Tumbaco, Pichincha. 2013.

TRATAMIENTOS				
Nº	Altura de planta al corte cm	N ha ⁻¹ corte ⁻¹ * kg	Urea ha ⁻¹ corte ⁻¹ kg	Urea UET ⁻¹ ** corte ⁻¹ g
t1	20	0.0	0.0	0.0
t2		7.5	16.3	11.7
t3		15.0	32.6	23.5
t4		30.0	65.2	47.0
t5		60.0	130.4	93.9
t6	40	0.0	0.0	0.0
t7		7.5	16.3	11.7
t8		15.0	32.6	23.5
t9		30.0	65.2	47.0
t10		60.0	130.4	93.9
t11***	Mezcla Kikuyo + Trébol blanco		--	--

* Equivalen a: 75 – 150 – 300 – 600 kg de N ha⁻¹ año⁻¹ respectivamente

** UET: Unidad Experimental Total (7.20 m²)

*** Sin aplicación de Nitrógeno.

⁴ Se utilizó urea común (46 – 00 – 00) como fuente de Nitrógeno

3.2.6.10. Cálculo de Eficiencia de Utilización de Nitrógeno

Para el cálculo de la Eficiencia de Utilización del Nitrógeno, se aplicaron las siguientes fórmulas:

$$\text{Incremento de producción (kg MS ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}) = \text{Rendimiento con N} - \text{Rendimiento sin N}$$

$$\text{Eficiencia de utilización (kg MS kg N aplicado}^{-1}) = \frac{\text{Incremento (kg MS ha}^{-1} \text{ corte}^{-1})}{\text{Nitrógeno aplicado (kg ha}^{-1} \text{ corte}^{-1})}$$

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Información general

Los datos de esta investigación se obtuvieron a partir de abril del 2012, y finalizaron en abril del 2013.

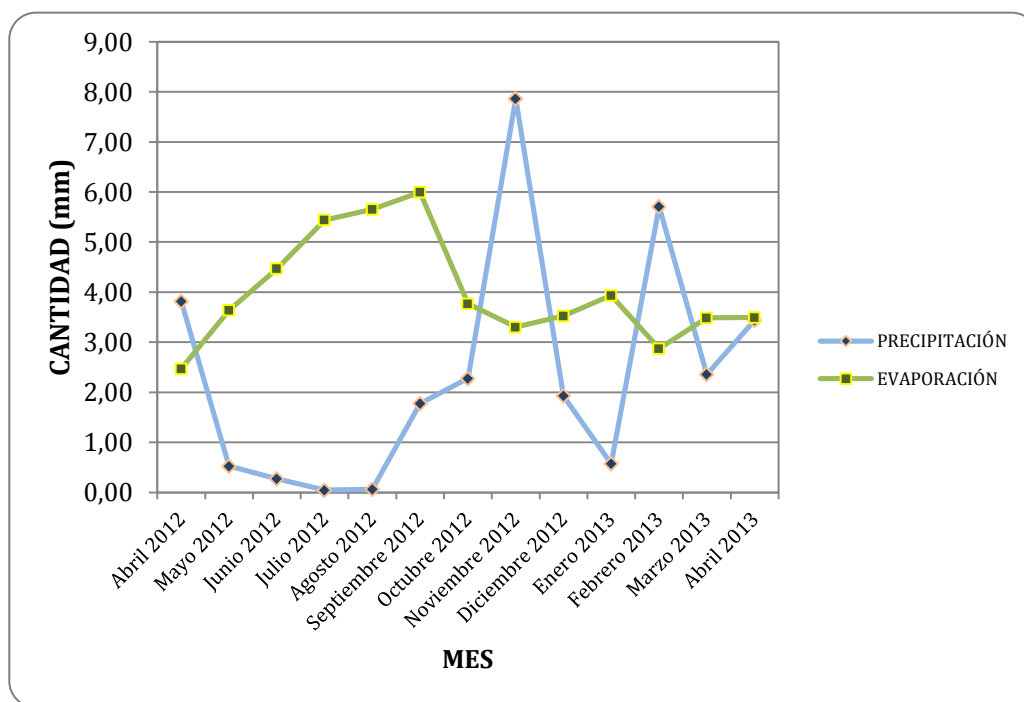


Gráfico 1. Distribución de la precipitación pluvial y evaporación en el CADET durante el período abril del 2012 a abril del 2013. Tumbaco, Pichincha. 2013.

Fuente: Guaña, L.

La relación entre la precipitación y evaporación en el CADET durante el período abril 2012 a abril 2013 (Gráfico,1). Durante la ejecución de la investigación se presentaron dos picos marcados de precipitación en los meses de noviembre y febrero del 2013, en los meses restantes las precipitaciones disminuyeron notablemente lo cual incrementó la evaporación, lo que obligó a cuidar la humedad del suelo mediante riegos continuos.

El riego se realizó por aspersión, la lámina de riego se calculó en base a los mm de agua evaporados. Durante la investigación se registraron valores de 2.47 mm hasta 6 mm de evaporación (Anexo 3), también se consideró el caudal de los aspersores y el kc que de acuerdo a la FAO (2006), para pastos tiene el valor de 1. Todos estos factores permitieron suministra una lámina promedio de 3 a 4 mm en aplicaciones diarias.

La estructura franco arenoso del suelo y el bajo contenido de materia orgánica (Anexo 1) del mismo obligó a realizar el riego por pulsaciones para permitir el aprovechamiento del agua, y mantener la humedad del suelo.

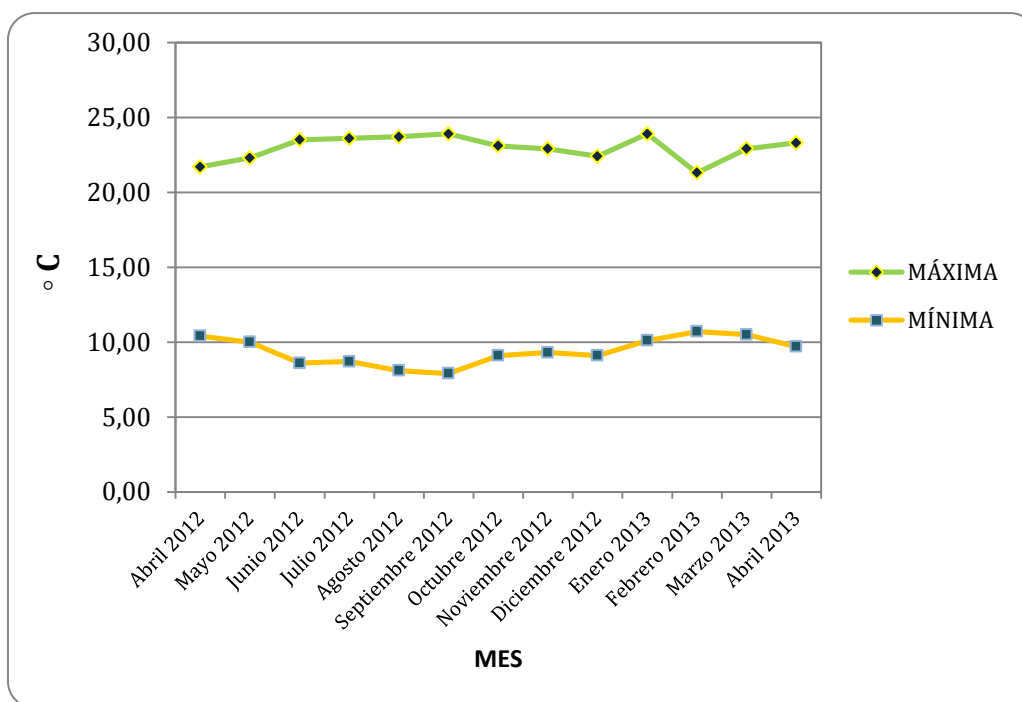


Gráfico 2. Distribución de la temperatura máxima y mínima en el CADET durante el período abril del 2012 a abril del 2013. Tumbaco, Pichincha. 2013.

Fuente: Guaña, L.

En el Gráfico 2, se observa la distribución de la temperatura máxima y mínima en el CADET durante el período abril 2012 a abril 2013, durante la investigación se presentaron temperaturas máximas de hasta 23.9 °C en los meses de septiembre del 2012 y enero del 2013 y temperaturas mínimas de 7.9 °C en el mes de septiembre del 2012.

De acuerdo a Machado y Dávila (1997), en el Altiplano de Venezuela la producción de materia seca del kikuyo, sea cultivado puro o en asociación con alfalfa, decrece a medida que disminuye la temperatura media del aire, $r = 0.82$ ($P < 0.01$) en la producción de kikuyo en la asociación y para la producción de kikuyo puro $r = 0.79$ ($P < 0.05$).

4.2. Porcentaje de brotes de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) en relación a los nudos plantados

En total se plantaron 44 unidades experimentales de las cuales 40 correspondían al pasto kikuyo y solo cuatro correspondían a la mezcla de kikuyo + trébol blanco. Para las unidades experimentales en las que se encontraba la gramínea sola se utilizó un total de 6400 estolones (160 estolones por parcela) de 20 cm de longitud con 8 nudos, sembrados en líneas con una separación de 20 cm entre ellas dando como resultado un total de 51200 nudos plantados. Para la mezcla de kikuyo + trébol blanco se utilizaron estolones con iguales características variando únicamente en la distancia entre líneas de siembra (40 cm) esto lógicamente a que el espacio sería ocupado también por el trébol blanco.

Con la finalidad de que los estolones tengan las mismas condiciones no se aplicaron los tratamientos (Niveles de Nitrógeno) en el establecimiento de la pastura, los estolones estaban influenciados únicamente por la fertilización de base (Cuadro 9).

El porcentaje promedio de nudos que produjeron brotes (Cuadro 11) fue de 62.3 (± 11.0) %. No se encontró información sobre la capacidad de los nudos de los estolones para producir nuevos brotes; sin embargo, estos resultados se pueden analizar desde el punto de vista fisiológico de los pastos. Así el bajo porcentaje de brotación de los estolones posiblemente se deba al bajo contenido de Carbohidratos No Estructurales (CNE) del kikuyo (Gaitán y Osorio) citados por Soto *et al*, (2005). Al respecto Bernal, (2003) menciona que los CNE se almacenan en algunos órganos vegetativos como raíces, rizomas y estolones y se caracterizan porque pueden ser desdoblados en compuestos simples, que luego se translocan a los puntos de crecimiento y sirven como fuente de nutrientes y energía del rebrote durante los primeros estados de desarrollo, después del corte o pastoreo. Fulkerson *et al*, (1999), mencionan que más del 50 % de los CNE en el pasto kikuyo están representados por almidones y el restante por azúcares solubles. Kaiser *et al*, (2001) citados por Correa *et al*, (2008), encontraron que cerca del 55 % de los CNE en el pasto kikuyo correspondieron a los carbohidratos solubles, cuya concentración era más alta en las horas de la tarde.

En general, el contenido de CNE en el pasto kikuyo es inferior al reportado en otros pastos utilizados en la producción de leche como el ryegrass perenne (*Lolium perenne* L). Marais (2001), citados por Correa *et al*, (2008), reporta que la concentración de CNE en pasto kikuyo puede oscilar entre 2.7 y 11.3 % de la MS mientras que Kaiser *et al*, (2001) reportan valores que oscilan entre 8.7 y 12.4 % de la MS.

Cuadro 11. Porcentaje de brotes de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) en relación a los nudos plantados en el estudio de la producción del kikuyo con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013.

Tratamiento	Nudos con brotes (%)
Kikuyo solo	62.3 \pm 11.0
Kikuyo + Trébol blanco	46.7 \pm 12.5

Fuente: Guaña, L.

A pesar del bajo porcentaje de brotes de kikuyo solo y kikuyo + trébol blanco producidos a partir de los nudos de los estolones, este método de siembra del kikuyo es generalizado y recomendado en los diferentes países que utilizan este pasto para la producción de leche. En Colombia el kikuyo es una de las gramíneas más utilizadas en los sistemas de producción de leche (Soto *et al*, 2005). De acuerdo a Cárdenas⁵ el establecimiento solo se puede hacer por estolón o cespedón. De la misma forma en Venezuela, Dugarte y Ovaes (1991), recomiendan plantar estolones de 0.15 a 0.20 m, y sembrar al inicio de lluvias a distancias de 0.5 x 0.5 m, con las cuales se logra cubrir el terreno. El establecimiento por estolones es el método más común y fácil de realizar ya que la siembra mediante semilla resulta costosa y difícil, debido al largo tiempo que requiere para formarse después de la floración. Australia es uno de los países donde se utiliza semilla para el

⁵ Comunicación personal. Edgar Alberto Cárdenas Rocha. Universidad Nacional De Colombia. e-mail eacardenasr@unal.edu.co.

establecimiento del kikuyo de preferencia la variedad Whittet (Moore, 2006; Fulkerson, 2007) (Cuadro 1).

Otros factores que puede incidir en el porcentaje de nudos que produzcan brotes, son las características de los estolones, pues en teoría al igual que las semillas, se conoce que los estolones que son más gruesos contienen mayor cantidad de reservas. En esta investigación se utilizó estolones de diferente grosor (Fotografía1) los cuales se los puede clasificar como delgados, medianos, y gruesos. Con la finalidad de comprobar esta hipótesis se realizó una prueba de campo con los estolones antes mencionados. La prueba consistió en un Diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones, y tres tratamientos, los estolones se plantaron en unidades experimentales de 0.05m². (Fotografía 7).

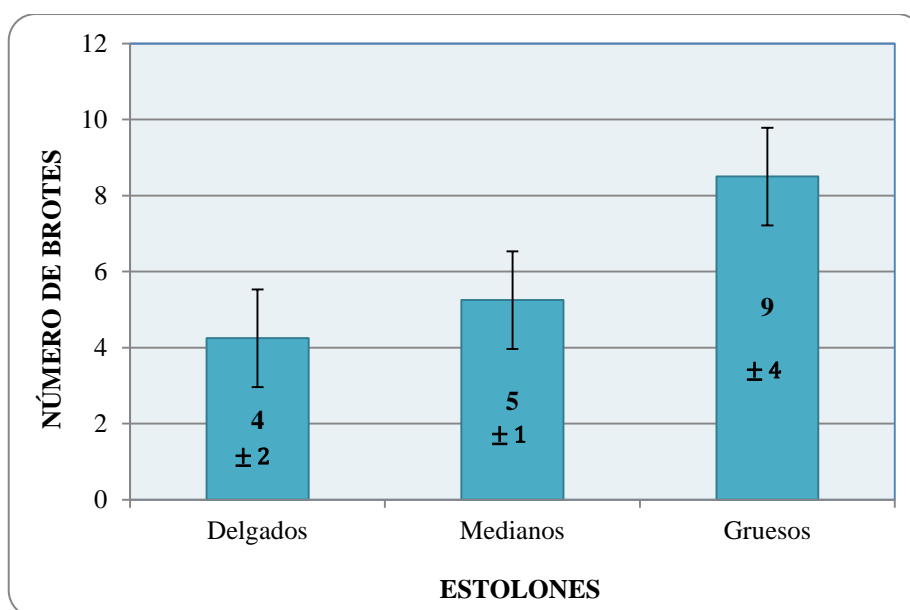


Gráfico 3. Número de brotes producidos de acuerdo al tipo de estolón utilizado en la producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013.

Fuente: Guaña, L.

En el Cuadro 12, se presenta el ADEVA del número de brotes en estolones de tres grosores de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst). No se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los diferentes estolones utilizados. El coeficiente de variación fue de 40.35 % considerado aceptable para este tipo de ensayos. El promedio general fue de 6 brotes por 0.05 m². De acuerdo a la representación del Gráfico 3 la mayor cantidad de brotes la presenta los estolones gruesos.

Cuadro 12. ADEVA del número de brotes en estolones de tres grosores de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst). Tumbaco, Pichincha. 2013.

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADOS DE LIBERTAD	CM
TOTAL	11	--
ESTOLONES	2	19.8 ^{ns}
REPETICIONES	3	7.8 ^{ns}
ERROR EXP	6	5.9
PROMEDIO = 6 brotes por 0.05m ² CV = 40.35 %		

4.3. Producción Primaria

El Cuadro 13, presenta el Rendimiento y la Tasa de Crecimiento (TC) promedio del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos, Niveles de Nitrógeno, interacción Altura de planta al corte x Niveles de Nitrógeno y para el Factorial vs el Adicional ($P \leq 0.01$), para Alturas de planta al corte se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$), y no se encontró diferencias significativas para repeticiones. El coeficiente de variación fue de 19.3 % considerado aceptable para este tipo de ensayos. El promedio general fue de 58.0 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ (Cuadro 14).

Cuadro 13. Rendimiento y Tasa de Crecimiento promedio en la producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013.

Tratamiento	Altura de planta al corte cm	Nivel de N kg ha ⁻¹ corte ⁻¹ *	RENDIMIENTO PROMEDIO kg MS ha ⁻¹ corte ⁻¹	TASA DE CRECIMIENTO kg MS ha ⁻¹ día ⁻¹
t1	20 a	0.0	2431.4	25.5 (± 8.6) f
t2		7.5	2612.8	27.4 (± 3.6) f
t3		15.0	3215.4	37.0 (± 4.6) f
t4		30.0	4249.8	67.1 (± 13.2) bcd
t5		60.0	5168.4	107.1 (± 8.9) a
Promedio Tasa de Crecimiento				52.1 (± 33.0)
t6	40 a	0.0	8787.3	46.0 (± 8.1) def
t7		7.5	8911.2	46.7 (± 10.0) def
t8		15.0	9815.2	51.4 (± 9.5) cdef
t9		30.0	12191.4	63.8 (± 22.7) cde
t10		60.0	8945.6	93.7 (± 5.1) ab
Promedio Tasa de Crecimiento				60.3 (± 21.0)
t11	Mezcla Kikuyo + Trébol blanco		3050.9	75.1 (± 15.4) bc

Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas (DMS, $P \leq 0.05$ Tukey, $P \leq 0.05$)

*Nivel de Nitrógeno equivale a: 75 – 150 – 300 – 600 kg ha⁻¹ año⁻¹ respectivamente.

4.3.1. Efecto de la Aplicación de Nitrógeno

El kikuyo + 60 kg N ha⁻¹ corte⁻¹ cortado cuando las plantas alcanzaban 20 cm de altura (Cuadro 13) presento la Tasa de Crecimiento promedio de 107.1 (± 8.9) kg MS ha⁻¹ día⁻¹; no fue estadísticamente diferente (Tukey, $P \leq 0.05$) a la altura de planta al corte de 40 cm + 60 kg N ha⁻¹ corte⁻¹ con una Tasa de Crecimiento de 93.7 (± 5.1) kg MS ha⁻¹ día⁻¹. La menor respuesta sin diferencias estadísticas (Tukey, $P \leq 0.05$) la comparten los tratamientos con la altura de planta al corte de 20 cm + 7.5 y 30.0 kg N ha⁻¹ corte⁻¹ y los tratamientos con la altura de planta al corte de 40 cm + 0.0, 7.5, y 15 kg N ha⁻¹ corte⁻¹ (Cuadro 13).

En el Cuadro 13, también se observa la TC promedio de las dos alturas de corte. La altura de 40 cm, presenta mayor Tasa de Crecimiento promedio con 60.3 (± 21.0) kg MS ha⁻¹ día⁻¹ a pesar de haberse realizado menor número de cortes en comparación con la altura de 20 cm que presento 52.1 (± 33.0) kg MS ha⁻¹ día⁻¹ ($P \leq 0.05$). Esto posiblemente se debe a la disminución del Contenido Celular (proteínas, azúcares, lípidos) y al aumento en el contenido de fibra (celulosa, hemicelulosa, lignina) cuando la edad del pasto aumenta (Carulla, 2004; Estrada, 2002). Lo cual incrementa el porcentaje de Materia Seca y por lo tanto también incrementa el rendimiento.

Un trabajo realizado en Pasto Miel (*Setaria splendida*) con niveles de Nitrógeno similares en la zona de Tumbaco, presento Tasas de Crecimiento que van desde 45.6 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ (Pasto miel + 0 kg ha⁻¹ año⁻¹) hasta 97.0 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ (Pasto miel + 600 kg ha⁻¹ año⁻¹) en la época de lluvia; mientras que, en la época seca presentó Tasas de Crecimiento que van desde van desde 30.1 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ (Pasto miel + 0 kg ha⁻¹ año⁻¹) hasta 79.0 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ (Pasto miel + 600 kg ha⁻¹ año⁻¹) (Amaguaña, 2009). Heredia (2007), en su trabajo de investigación reporta una TC de crecimiento que van desde 40.4 hasta 66.4 con la aplicación de 90 kg N ha⁻¹ corte⁻¹ en pasto Maralfalfa.

Estos valores indican que el kikuyo tiene una mayor Tasa de Crecimiento en comparación con el pasto miel, cuando se aplica similares niveles de fertilización nitrogenada (600 kg de N ha⁻¹ año⁻¹).

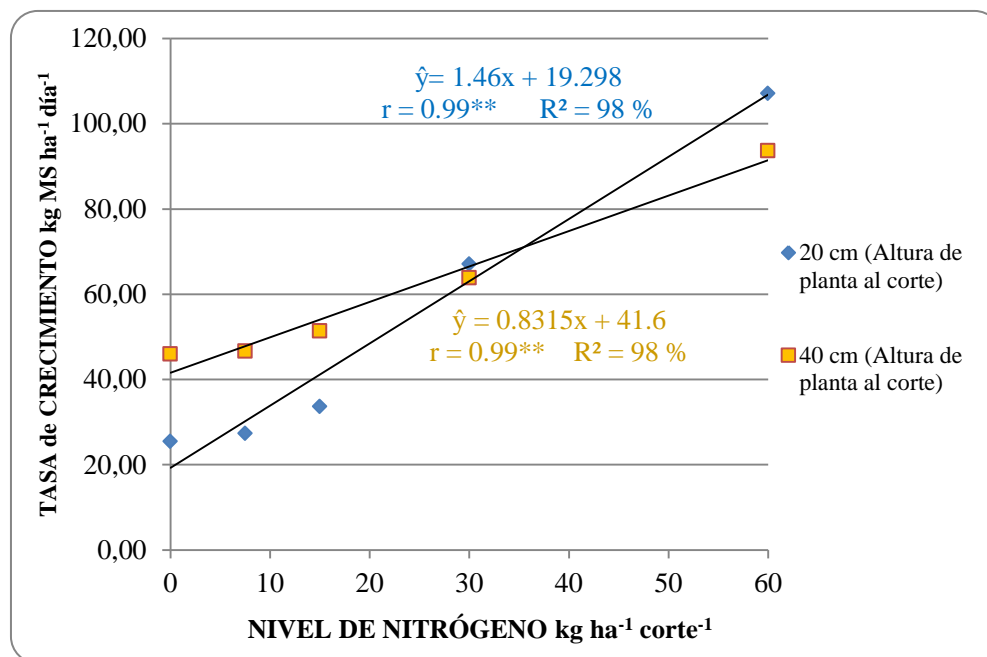


Gráfico 4. Relación entre el nivel de Nitrógeno aplicado por corte y la Tasa de Crecimiento promedio en la producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013.

Fuente: Guaña, L.

Las ecuaciones del Gráfico 4, indican que la respuesta a la aplicación de Nitrógeno es lineal altamente significativa ($P \leq 0.01$), en la altura de corte de 20 cm la Tasa de Crecimiento incrementa en 1.46 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ por cada kilogramo de Nitrógeno adicional que se aplique; mientras que, en la altura de corte de 40 cm la Tasa de Crecimiento incrementa 0.83 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ por cada kilogramo de Nitrógeno adicional que se aplique.

Cuadro 14. ADEVA para la Tasa de Crecimiento promedio en la producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013.

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADOS DE LIBERTAD	CM
TOTAL	43	--
TRATAMIENTOS	10	2800.653**
ALTURA DE PLANTA AL CORTE (A)	1	667.148*
NIVELES DE NITRÓGENO (N)	4	6026.237**
A x N	4	483.223**
FACTORIAL <u>vs</u> ADICIONAL	1	1301.536**
REPETICIONES	3	147.307 ^{ns}
ERROR EXPERIMENTAL	30	124.961
PROMEDIO = 58.0 kg MS ha ⁻¹ día ⁻¹ CV = 19.3 %		

4.4. Eficiencia de Utilización del Nitrógeno

En el Cuadro 15, se observa la eficiencia de utilización del Nitrógeno por el kikuyo. A medida que el nivel de Nitrógeno incrementa también incrementa el rendimiento, pero la eficiencia de utilización disminuye y posiblemente las pérdidas de N por volatilización y lixiviación se incrementan. El Nitrógeno aplicado en forma de urea a la superficie del suelo se convierte rápidamente en NH_3 o NH_4 cuando existe humedad y temperatura apropiadas y la presencia de la enzima ureasa. El NH_3 formado puede pasar a la atmósfera mediante volatilización.

Boaretto *et al*, (2008) menciona que la eficiencia del N puede variar de acuerdo a la perspectiva de producción, pero no debe priorizarse la alta eficiencia en detrimento de la productividad. En Gráfico 6 se observa que al incrementar las dosis de N los incrementos en producción se van aumentando pero la eficiencia se va haciendo menor.

Las ecuaciones del Gráfico 6, indican que el kikuyo presenta en la altura de corte de 20 cm 68.01 kg MS por kg de N aplicado como eficiencia promedio basada en el Nitrógeno total aplicado, en tanto que, la eficiencia promedio de la altura de corte de 40 cm fue de 76.81 kg MS por kg de N aplicado. El pasto presentó la mayor eficiencia con la dosis de 300 kg N ha⁻¹ año⁻¹.

De acuerdo a los niveles de Nitrógeno establecidos en las dos alturas de corte, la mayor eficiencia de utilización la presenta el kikuyo cuando se aplica 300 kg de N ha⁻¹ año⁻¹ (Cuadro 15). En la altura de planta al corte de 20 cm la eficiencia de utilización fue de 87.63 kg MS por kg de N aplicado, mientras que, en la altura de planta al corte de 40 cm la eficiencia de utilización fue de 113.47 kg MS por kg de N aplicado.

Los la eficiencia de utilización del Nitrógeno obtenida en esta investigación es superior a la reportada por Ríos (1998). En su trabajo de investigación con el pasto kikuyo obtuvo una eficiencia promedio de 28.7 kg MS por kg de N aplicado.

Cuadro 15. Eficiencia de utilización del Nitrógeno por el kikuyo de acuerdo al Nitrógeno total aplicado en el estudio de la producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013.

Tratamiento	Altura de planta al corte cm	Nitrógeno kg ha ⁻¹ corte ⁻¹	Nº CORTES	Nitrógeno Total kg ha ⁻¹	Rendimiento total kg MS ha ⁻¹	Incremento del rendimiento kg MS ha ⁻¹	Eficiencia de Utilización kg MS por kg de N aplicado
t1	20	0.0	2	0.00	4862.84	--	--
t2		7.5	2	15.00	5225.70	362.86	24.19
t3		15.0	2	30.00	6430.75	1567.91	52.26
t4		30.0	3	90.00	12749.50	7886.66	87.63
t5		60.0	4	240.00	20673.55	15810.71	65.88
t6	40	0.0	1	0.00	8787.30	--	--
t7		7.5	1	7.50	8911.18	123.88	16.52
t8		15.0	1	15.00	9815.20	1027.90	68.53
t9		30.0	1	30.00	12191.45	3404.15	113.47
t10		60.0	2	120.00	17891.10	9103.80	75.87

Fuente: Guaña, L.

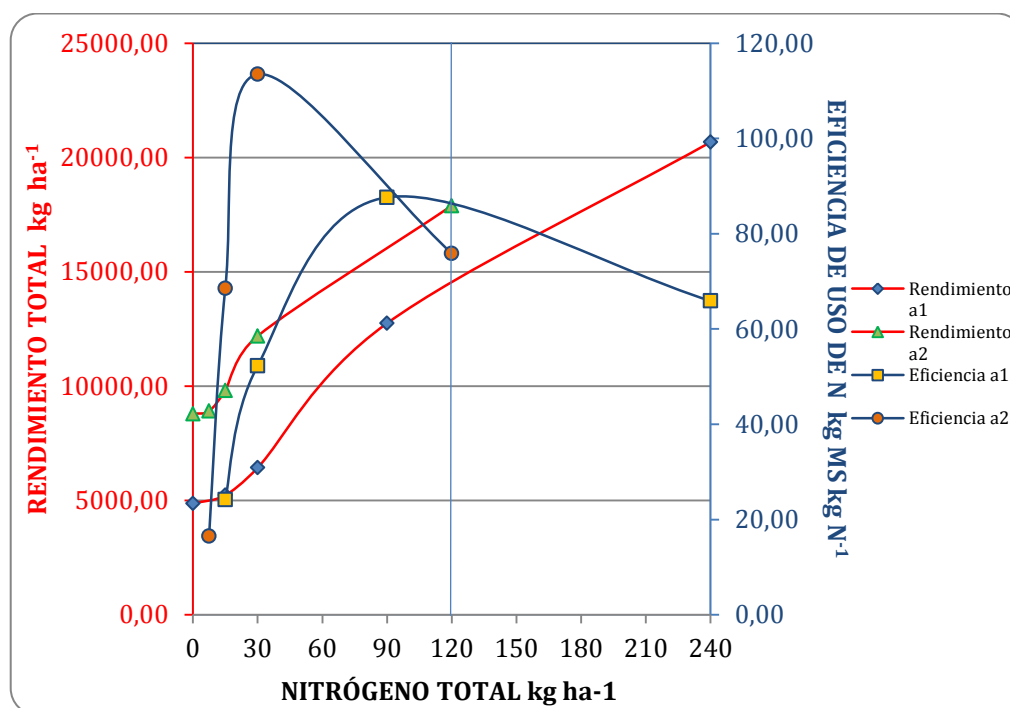


Gráfico 5. Respuesta del kikuyo en función del uso eficiente del Nitrógeno en el estudio de la producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013

Fuente: Guaña, L.

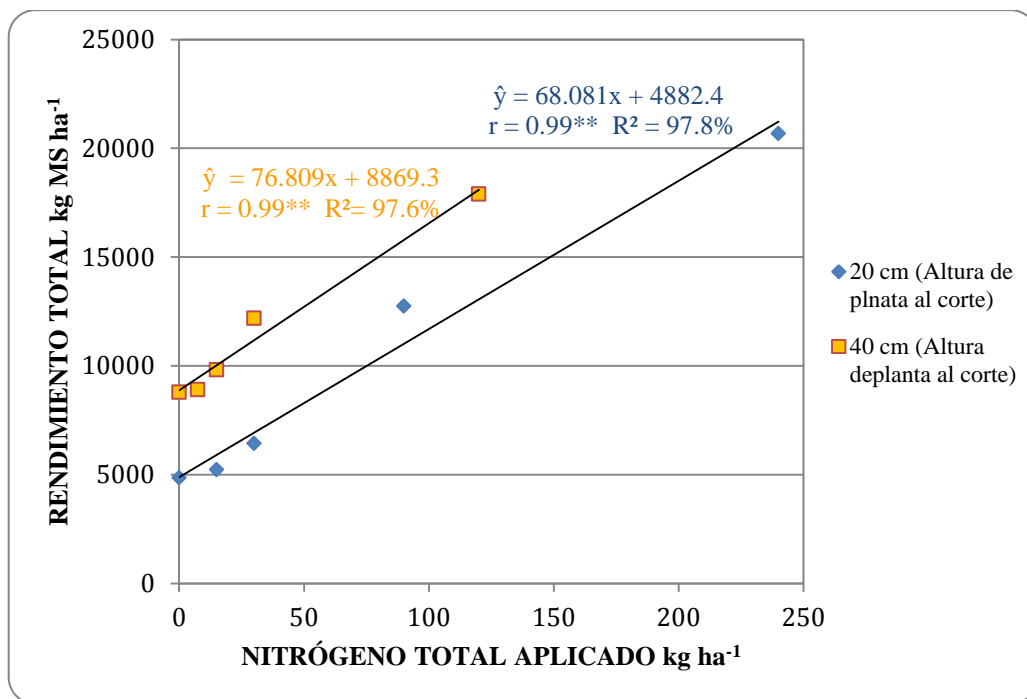


Gráfico 6. Relación entre el nivel de Nitrógeno total aplicado y el Rendimiento total de Materia Seca por hectárea en la producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013

Fuente: Guaña, L.

4.5. Número de macollos por metro cuadrado

El Cuadro 16, presenta el número de macollos por metro cuadrado del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L), se encontró diferencias altamente significativas entre tratamientos, Altura de planta al corte, niveles de Nitrógeno, interacción Altura de planta al corte x niveles de Nitrógeno ($P \leq 0.01$), para el factorial vs el adicional se encontró diferencias significativas ($P \leq 0.05$), y para repeticiones no se halló significancia estadística. El coeficiente de variación fue de 16.0 % aceptable para este tipo de experimentos. El promedio general fue de 1972 macollos por metro cuadrado (Cuadro 17).

La fertilización nitrogenada tiene influencia en el incremento del número de macollos de kikuyo por metro cuadrado. En el caso de la mezcla forrajera el número de macollos de kikuyo es superior con 1686 macollos por metro cuadrado, a pesar de la competencia entre especies (Cuadro 16).

Cuadro 16. Número de macollos por metro cuadrado en la producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013.

Tratamiento	Altura de planta al corte cm	Nivel de N kg ha ⁻¹ corte ⁻¹ *	Número de macollos de kikuyo m ² ⁻¹
t1	20 a	0.0	1316 (± 164) f
t2		7.5	1573 (± 296) cdef
t3		15.0	2300 (± 292) bc
t4		30.0	2352 (± 388) b
t5		60.0	3337 (± 616) a
Promedio Número de macollos por metro cuadrado			2175 (± 801)
t6	40 b	0.0	1414 (± 353) f
t7		7.5	1548 (± 155) cdef
t8		15.0	1750 (± 238) bcdef
t9		30.0	2187 (± 87) bcde
t10		60.0	2224 (± 262) bcd
Promedio Número de macollos por metro cuadrado			1825 (± 398)
t11	Mezcla Kikuyo + Trébol blanco		1686.0 (± 112) bcdef

Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas (DMS $P \leq 0.05$; Tukey, $P \leq 0.05$)

* Nivel de Nitrógeno equivale a: 75 – 150 – 300 – 600 kg ha⁻¹ año⁻¹ respectivamente.

4.5.1. Efecto de la aplicación de Nitrógeno

En el Cuadro 16, se observa que el kikuyo cortado cuando el pasto alcanza 20 cm de altura + 60 kg de N ha⁻¹ corte⁻¹ presentó la mayor respuesta con 3336 (± 616) macollos por metro cuadrado, en la altura de corte de 20 y 40 cm los tratamientos con 0 y 7.5 kg de N ha⁻¹ corte⁻¹ tienen similar producción (Tukey, $P \leq 0.05$).

En la investigación realizada por Pilco (2005), con la aplicación de riego adicional sobre dos gramíneas (Ryegrass y Kikuyo) y una leguminosa (Trébol blanco), en la zona de Machachi, encontró que el número de macollos del kikuyo sin riego adicional era de 675 macollos por metro cuadrado, mientras que, con riego adicional fue de 1085 macollos por metro cuadrado. Con la aplicación de Nitrógeno (4 y 36 kg de N ha⁻¹ pastoreo⁻¹) el número de macollos fue de 725 y 1033 macollos por metro cuadrado respectivamente.

Ruales (2010), en su investigación realizada en la zona de Tumbaco, Pichincha observó un incremento en el número de macollos de ryegrass perenne al aplicar fertilización nitrogenada. Sin la aplicación de Nitrógeno el ryegrass perenne produjo 3200 macollos por metro cuadrado, en tanto

que, con la aplicación de 600 kg ha⁻¹ año⁻¹ de urea verde el ryegrass perenne produjo 5585 macollos por metro cuadrado.

El número de macollos observado en el kikuyo son superiores a los reportados por Pilco (2005), lo que indica que la lámina de riego aplicada (3 a 4 mm día⁻¹) durante la investigación fue la adecuada. El número de macollos por metro cuadrado de ryegrass perenne es superior al kikuyo porque esta especie es más eficiente en absorber el Nitrógeno (Salazar, 2000).

Los pastizales se componen de muchas plantas, cada una de las cuales consta de macollos interconectados. La productividad de los pastos depende de la densidad de macollos (número por unidad de área) y el peso promedio por macollo (Barnes *et al*, 2007). Al respecto, Paladines (2010), menciona que la formación de macollos está influenciada por la temperatura, la luz y la aplicación de Nitrógeno al suelo, además de estos factores Fulkerson y Donaghy (2001), sostienen que plantas se basan en las reservas de Hidratos de Carbono solubles en agua para producir nuevos macollos y por lo tanto recuperar la capacidad fotosintética, si las reservas de carbohidratos es baja se retarda la aparición de nuevos macollos.

Los resultados obtenidos en esta investigación indican que a mayor cantidad de Nitrógeno aplicado, mayor es la cantidad de macollos de kikuyo por metro cuadrado. En el Gráfico 7, se observa que existe una relación positiva entre el nivel de Nitrógeno aplicado y la producción de macollos por metro cuadrado lo cual se visualiza en la ecuación de regresión $\hat{y} = 32.133x + 1452.4$; la misma que establece que por cada kilogramo de Nitrógeno que se aplique, el kikuyo incrementa 32 macollos por metro cuadrado cuando el pasto alcanza 20 cm de altura, y de acuerdo a la ecuación de regresión $\hat{y} = 14.062x + 1508.6$ por cada kilogramo de Nitrógeno se incrementa 14 macollos por metro cuando el kikuyo alcanza 40 cm de altura.

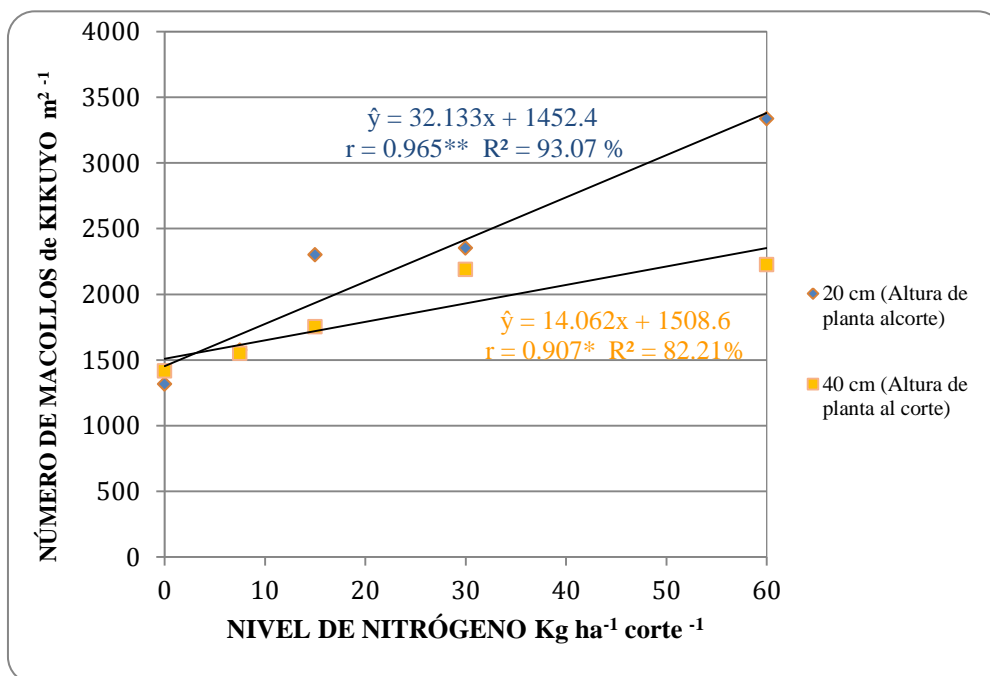


Gráfico 7. Relación entre el nivel de Nitrógeno aplicado por corte y el número de macollos de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013.

Fuente: Guaña, L.

Cuadro 17. ADEVA para el número de macollos por metro cuadrado en la producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013.

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADOS DE LIBERTAD	CM
TOTAL	43	-
TRATAMIENTOS	10	1373599.218 **
ALTURA DE PLANTA AL CORTE (A)	1	1227801.600 **
NIVELES DE NITRÓGENO (N)	4	2556322.600 **
A x N	4	480978.100**
FACTORIAL <u>vs</u> ADICIONAL	1	358987.782 *
REPETICIONES	3	90151.515 ^{ns}
ERROR EXPERIMENTAL	30	93440.115
<p>PROMEDIO = 1972 macollos m²⁻¹ CV = 16.0 %</p>		

4.5.2. Relación entre el Número de macollos de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) por metro cuadrado y la Tasa de Crecimiento

El incremento en la altura de corte tuvo poca influencia en la relación entre el número de macollos y la Tasa de Crecimiento. En la altura⁶ de planta al corte de 20 cm se observó un incremento lineal significativo ($P \leq 0.05$). La ecuación del Gráfico 8, indica que por cada macollo adicional la Tasa de Crecimiento del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) se incrementa en 0.041 kg MS ha⁻¹ día⁻¹. A medida que se incrementa el número de macollos por metro cuadrado, también se incrementa el número de hojas, por lo tanto mayor será la intercepción de la luz, incrementando la fotosíntesis neta y aumenta la Tasa de Crecimiento del pastizal, hasta un punto en el cual la superficie de las hojas de los estratos inferiores del pastizal (que ya no están expuestas a la luz) sea tan alta que su respiración (gasto de energía) sobrepase la producción de energía por fotosíntesis (Paladines, 2010).

⁶ En la altura de planta al corte de 40 cm, no se encontraron diferencias significativas ($r = 0.85$, $R^2 = 72\%$)

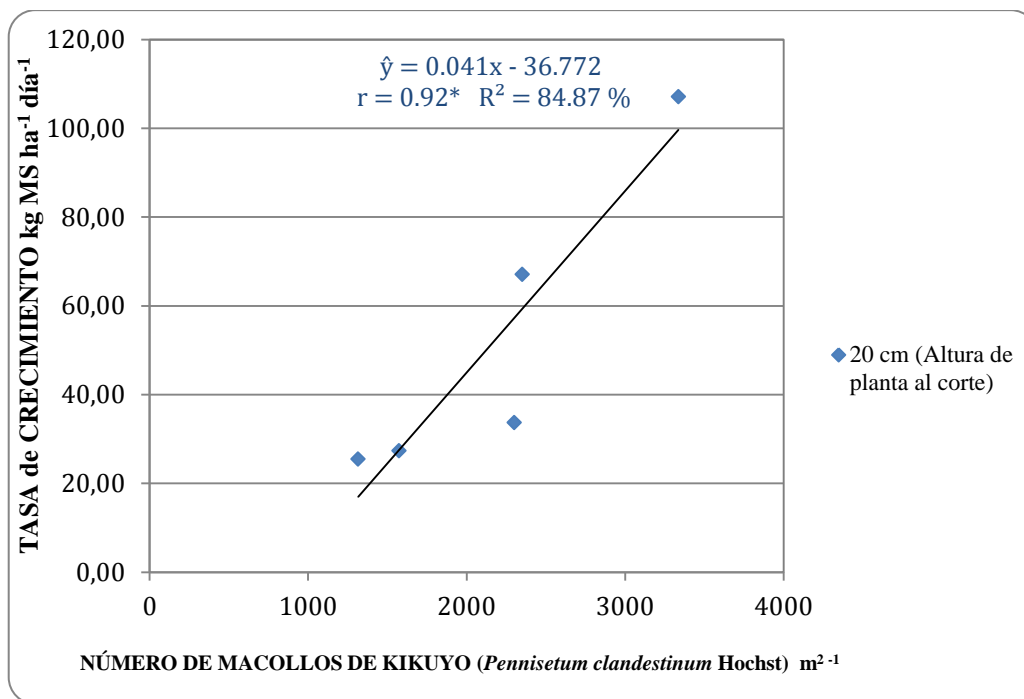


Gráfico 8. Relación entre la Tasa de Crecimiento y el Número de macollos por metro cuadrado de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) en la producción de kikuyo con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013.

Fuente: Guaña, L.

4.6. Número de nudos en los estolones de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) por metro cuadrado

El Cuadro 18, presenta el número de nudos en los estolones de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) por metro cuadrado. Encontrándose diferencias altamente significativas entre tratamientos, niveles de Nitrógeno, interacción Altura de planta al corte x Niveles de Nitrógeno, Factorial vs el adicional ($P \leq 0.01$), no se encontró significancia estadística para Altura de planta al corte y para Repeticiones. El coeficiente de variación fue de 22.7 % aceptable para este tipo de investigaciones. El promedio general fue de 9869 nudos por metro cuadrado (Cuadro 19).

En el caso de la mezcla forrajera (kikuyo + trébol blanco), el número de nudos por metro cuadrado fue de 6192 (± 552) (Cuadro 18), similar al número de nudos del kikuyo cuando se siembra solo sin la aplicación de Nitrógeno

Cuadro 18. Número de nudos en los estolones de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) por metro cuadrado en la producción de kikuyo con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013.

Tratamiento	Altura de planta al corte cm	Nivel de N kg ha ⁻¹ corte ⁻¹ *	Número de nudos en los estolones de kikuyo m ² ⁻¹
t1	20	0.0	5987 (± 2049) c
t2		7.5	8397 (± 1122) bc
t3		15.0	9198 (± 3789) bc
t4		30.0	11212 (± 2387) b
t5		60.0	17826 (± 3426) a
Promedio Número de nudos m ² ⁻¹			10524 (± 4781)
t6	40	0.0	8788 (± 3281) bc
t7		7.5	9668 (± 3147) bc
t8		15.0	10210 (± 1761) bc
t9		30.0	10343 (± 721) bc
t10		60.0	10744 (± 292) bc
Promedio Número de nudos m ² ⁻¹			9951 (± 2081)
t11	Mezcla Kikuyo + Trébol blanco		6192 (± 552) bc

Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas (Tukey, $P \leq 0.05$)

* Nivel de Nitrógeno equivale a: 75 – 150 – 300 – 600 kg ha⁻¹ año⁻¹ respectivamente.

4.6.1. Efecto de la Aplicación de Nitrógeno

La fertilización nitrogenada tiene influencia en el incremento del número de nudos de kikuyo por metro cuadrado. En el Cuadro 18, se observa que el kikuyo cortado cuando el pasto alcanza 20 cm de altura + 60 kg de N ha⁻¹ corte⁻¹ presenta la mayor respuesta con 17826 (± 3426) nudos por metro cuadrado, en tanto que, el menor número de nudos por metro cuadrado corresponden al kikuyo cortado cuando el pasto alcanza 20 cm de altura + 0 kg ha⁻¹ año⁻¹ con 5987 (± 2049) nudos por metro cuadrado (Tukey, $P \leq 0.05$).

El incremento en la altura de corte tuvo poca influencia en la relación entre el número de nudos en los estolones de kikuyo y el nivel de Nitrógeno aplicado⁷. En el Gráfico 9, se observa que existe una relación positiva ($P \leq 0.01$) entre el nivel de Nitrógeno aplicado y la producción de nudos por metro cuadrado lo cual se visualiza en la ecuación de regresión $\hat{y} = 187.96x + 6295.2$ la misma que establece que por cada kilogramo de Nitrógeno que se aplique, el kikuyo incrementa 188 nudos por metro cuadrado cuando el pasto alcanza 20 cm de altura.

⁷ En la altura de planta al corte de 40 cm, no se encontraron diferencias significativas ($r = 0.85$, $R^2 = 73\%$)

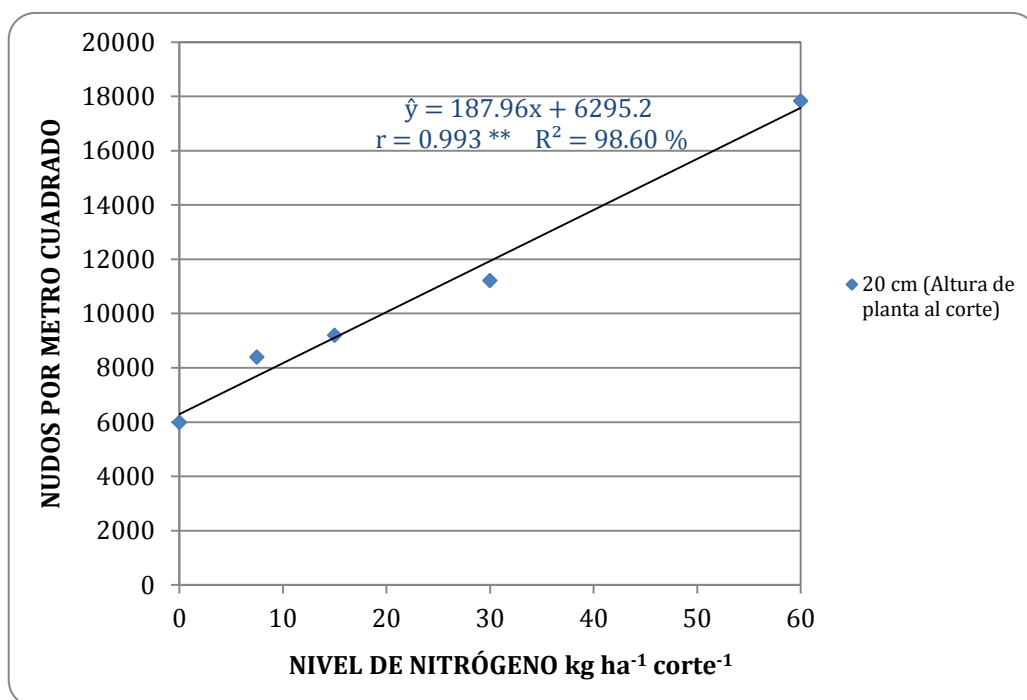


Gráfico 9. Relación entre el nivel de Nitrógeno aplicado y el número de nudos de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) por metro cuadrado en las parcelas cortadas cuando las plantas alcanzaban 20 cm de altura con cinco niveles de fertilización nitrogenada. Tumbaco, Pichincha. 2013.

Fuente: Guaña, L.

Cuadro 19. ADEVA para el número de nudos por metro cuadrado en la producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013.

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADOS DE LIBERTAD	CM
TOTAL	43	-
TRATAMIENTOS	10	39454050.133**
ALTURA DE PLANTA AL CORTE (A)	1	3290168.262 ^{ns}
NIVELES DE NITRÓGENO (N)	4	53070520.725**
A x N	4	29868230.235**
FACTORIAL <u>vs</u> ADICIONAL	1	59495329.229**
REPETICIONES	3	11896827.182 ^{ns}
ERROR EXPERIMENTAL	30	5002804.630
PROMEDIO = 9869 nudos m ² ⁻¹ CV = 22.7 %		

En el Cuadro 20, se observa el número de nudos y macollos por metro cuadrado, luego de la aplicación de los niveles de Nitrógeno y los respectivos cortes. Basados en el hecho de que los nudos producen nuevas plantas y el kikuyo es un excelente ejemplo en el cual los estolones y rizomas son capaces de producir nuevas plantas y formar una masa densa (Pinto, 2002). Tal como se explicó en el numeral 4.3, se estableció la relación entre el número de nudos con el número de macollos por metro cuadrado. La importancia de conocer el número de nudos se fundamenta en la capacidad de rebrote de una pastura ya sea gramínea o leguminosa, así por ejemplo en maní forrajero (*Arachis pintoii* var Provenir) la producción de nudos por metro cuadrado fue de 9314, lo cual se traduce en mayor biomasa de raíces, cubre rápidamente el suelo y compite mejor con las malezas durante la fase de establecimiento (Villareal y Vargas 1996) citados por (Argel y Villareal, s.f).

En el caso del kikuyo en base a los resultados obtenidos en esta investigación, únicamente el 21 % y 18 % (Cuadro 20) de los nudos presentan macollos; sin embargo, estos porcentajes son suficientes para cubrir un área determinada y generar rendimientos aceptables, los nudos que no presentan brotes empezaran a brotar cuando estén estimulados por la fertilización y el riego y serán el reemplazo de los nudos que hayan agotado sus reservas.

Cuadro 20. Número de nudos y macollos de kikuyo por metro cuadrado en la producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013.

Tratamiento	Altura de planta al corte cm	Nivel de N kg ha ⁻¹ corte ⁻¹ *	Número de nudos m ² ⁻¹	Número de macollos m ² ⁻¹	Nudos sin brotes %	Nudos con brotes %
t1	20	0.0	5987	1316	78	22
t2		7.5	8397	1573	81	19
t3		15.0	9198	2300	75	25
t4		30.0	11212	2351	79	21
t5		60.0	17826	3336	81	19
Promedio					79	21
t6	40	0.0	8787	1414	84	16
t7		7.5	9667	1548	84	16
t8		15.0	10210	1750	83	17
t9		30.0	10343	2187	79	21
t10		60.0	10744	2224	79	21
Promedio					82	18
t11	Kikuyo + Trébol blanco		6192	1686	73	27

* Nivel de Nitrógeno equivale a: 75 – 150 – 300 – 600 kg ha⁻¹ año⁻¹ respectivamente.

En el Gráfico 10, se observa que existe una relación positiva entre el número de nudos y el número de macollos por metro cuadrado. De acuerdo a la ecuación de regresión $\hat{y} = 0.169x + 398.93$ establece que por cada nudo adicional, se incrementa 0.16 macollos por metro cuadrado cuando el

pasto alcanza 20 cm de altura y de acuerdo a la ecuación de regresión $\hat{y} = 0.4357x - 2511$ establece que por cada nudo, se incrementa 0.43 macollos por metro cuadrado cuando el kikuyo alcanza 40 cm de altura.

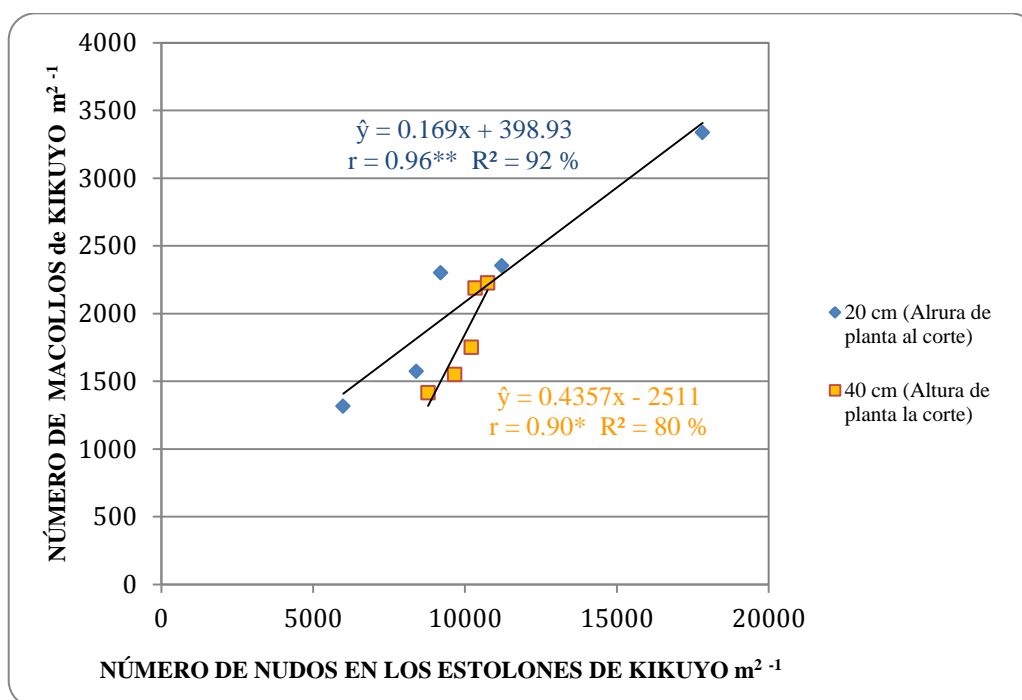


Gráfico 10. Relación entre el Número de Nudos por metro cuadrado y el Número de macollos por metro cuadrado en la producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013.

Fuente: Guaña, L.

4.6.2. Relación entre el Número de nudos en los estolones de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) por metro cuadrado y la Tasa de Crecimiento.

No hemos encontrado información referente a la relación entre el número de nudos en los estolones de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con la Tasa de Crecimiento. De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, en la altura de planta al corte de 20 cm se observó una relación lineal altamente significativa ($P \leq 0.01$) entre el número de nudos y la TC. De acuerdo a la ecuación de regresión $\hat{y} = 0.008x - 27.449$ (Gráfico 11) establece que por cada nudo adicional la TC del kikuyo se incrementa en $0.008 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$. En el caso de la altura de planta al corte de 40 cm, no se encontró significancia estadística ($r = 0.78$, $R = 61\%$).

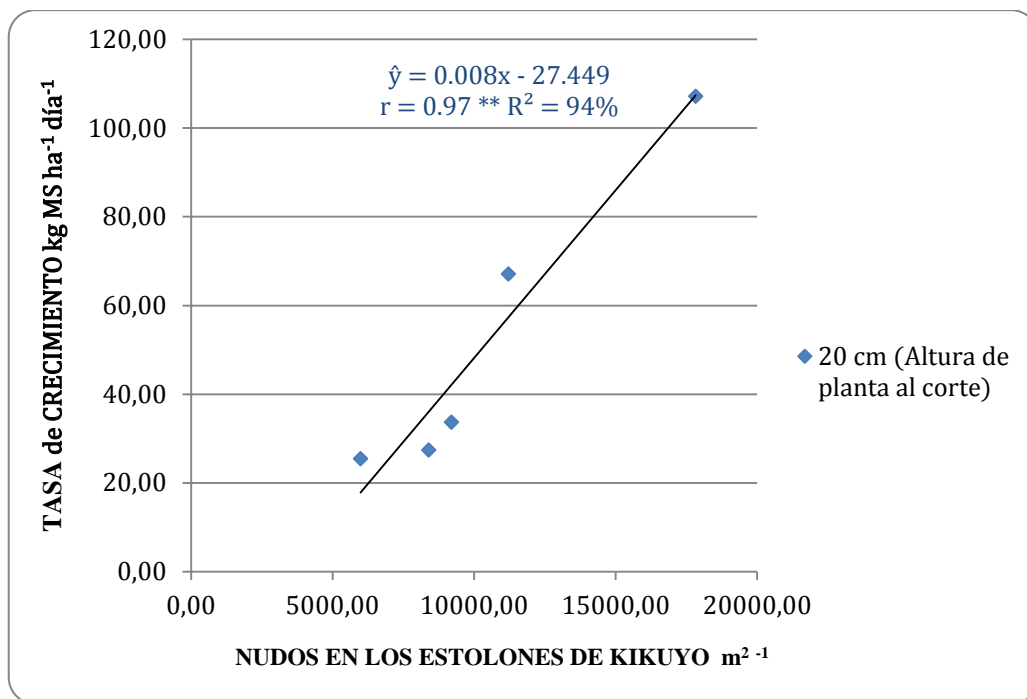


Gráfico 11. Relación entre la Tasa de Crecimiento y el Número de nudos en los estolones de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) por metro cuadrado en las parcelas cortadas cuando las plantas alcanzaban 20 cm de altura con cinco niveles de fertilización nitrogenada. Tumbaco, Pichincha. 2013.

Fuente: Guaña, L.

4.7. Longitud de estolones de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) por metro cuadrado

El Cuadro 21, presenta la longitud promedio de estolones de kikuyo por metro cuadrado, encontrándose diferencias altamente significativas entre Tratamientos, Niveles de Nitrógeno, Factorial vs el Adicional ($P \leq 0.01$), para la interacción Altura de planta al corte x Niveles de Nitrógeno se encontró diferencias significativas ($P \leq 0.05$), para Altura de planta al corte y repeticiones no se encontró significancia estadística. El coeficiente de variación fue de 24.8 % aceptable para este tipo de ensayos. El promedio general del experimento fue de 174.9 metros de estolones de kikuyo por metro cuadrado (Cuadro 22).

Cuadro 21. Longitud promedio de estolones de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) por metro cuadrado con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013.

Tratamiento	Altura de planta al corte cm	Nivel de Nitrógeno kg ha ⁻¹ corte ⁻¹	Longitud promedio de estolón de kikuyo m ²⁻¹
t1	20	0.0	111.2 (± 19.4) b
t2		7.5	141.1 (± 47.4) b
t3		15.0	167.0 (± 53.4) b
t4		30.0	188.8 (± 41.9) ab
t5		60.0	288.0 (± 65.1) a
Promedio longitud de estolones de kikuyo m ²⁻¹			179.2 (± 75)
t6	40	0.0	166.4 (± 35.7) b
t7		7.5	177.9 (± 61.2) b
t8		15.0	181.1 (± 47.9) b
t9		30.0	195.8 (± 43.3) ab
t10		60.0	191.4 (± 50.5) ab
Promedio longitud de estolones de kikuyo m ²⁻¹			182.5 (± 44.3)
t11	Mezcla Kikuyo + Trébol blanco		115.0 (± 6.2) b

Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas (Tukey, $P \leq 0.05$)

* Nivel de Nitrógeno equivale a: 75 – 150 – 300 – 600 kg ha⁻¹ año⁻¹ respectivamente.

4.7.1. Efecto de la aplicación de Nitrógeno

La fertilización nitrogenada tiene influencia en el incremento de la longitud promedio de estolones del kikuyo por metro cuadrado. En el Cuadro 21, se observa que el kikuyo cortado cuando el pasto alcanza 20 cm de altura + 60 kg de N ha⁻¹ corte⁻¹ presenta la mayor respuesta con 288.0 (± 65.1) metros por metro cuadrado, estadísticamente comparten el rango con la menor respuesta los tratamientos 1, 2, 3, 6, 7, 8, 11 (Tukey, $P \leq 0.05$).

El incremento en la altura de corte tuvo poca influencia en la relación entre la longitud de estolones de kikuyo por metro cuadrado y el nivel de Nitrógeno aplicado⁸. En el Gráfico 12, se observa que cuando el pasto alcanza 20 cm de altura existe una relación positiva altamente significativa ($P \leq 0.01$) entre el nivel de Nitrógeno aplicado y la longitud de estolones por metro cuadrado lo cual se visualiza en la ecuación de regresión $\hat{y} = 2.819x + 115.79$ la misma que establece que por cada kilogramo de Nitrógeno que se aplique, el kikuyo incrementa 2.8 m en longitud de estolones de kikuyo por metro cuadrado.

⁸ En la altura de planta al corte de 40 cm, no se encontraron diferencias significativas ($r = 0.80$, $R^2 = 63\%$)

No hemos encontrado literatura que reporte la longitud de estolones de kikuyo pero la importancia de la longitud de acuerdo a Hodgson citado por Pilco (2005) menciona que, al ser el estolón el principal órgano de reserva es importante su longitud y al estar fuera del alcance del animal reduce el efecto del pisoteo y la compactación.

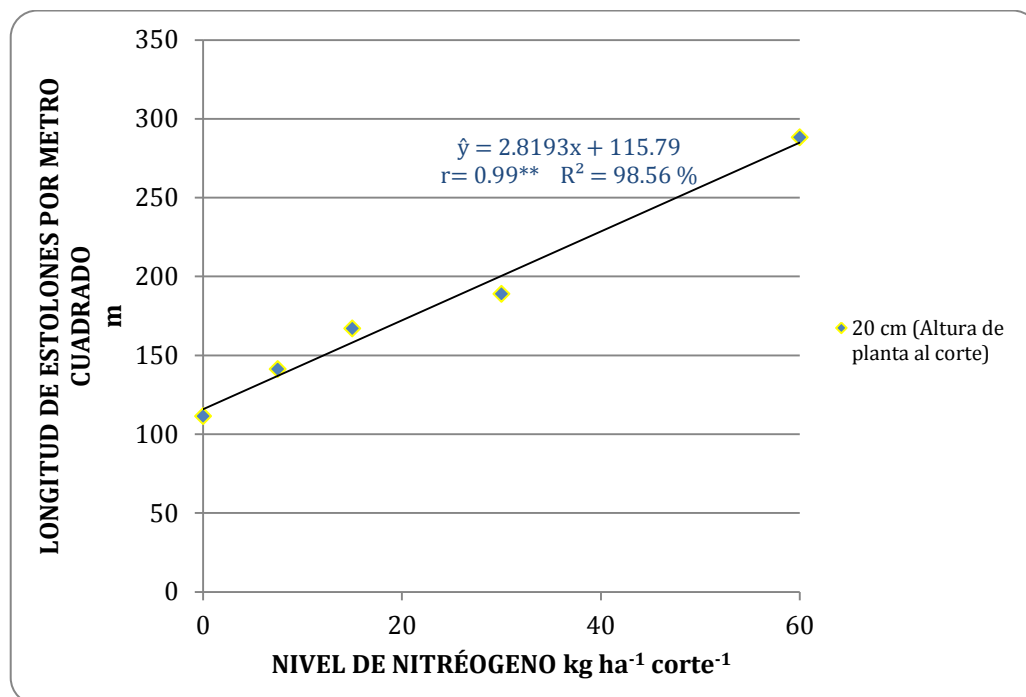


Gráfico 12. Relación entre el nivel de Nitrógeno aplicado por corte y la Longitud de estolón de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) por metro cuadrado en las parcelas cortadas cuando las plantas alcanzaban 20 cm de altura con cinco niveles de fertilización. Tumbaco, Pichincha. 2013.

Fuente: Guaña, L.

Cuadro 22. ADEVA para longitud de estolón por metro cuadrado en la producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013.

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADOS DE LIBERTAD	CM
TOTAL	43	-
TRATAMIENTOS	10	9061.93 **
ALTURA DE PLANTA AL CORTE (A)	1	110.14 ^{ns}
NIVELES DE NITRÓGENO (N)	4	11721.48**
A x N	4	6962.74*
FACTORIAL <u>vs</u> ADICIONAL	1	15772.23**
REPETICIONES	3	4448.59 ^{ns}
ERROR EXPERIMENTAL	30	1880.07
PROMEDIO = 174.9 m de estolones m ²⁻¹ CV = 24.8 %		

4.7.2. Relación entre la longitud de estolones y el número de macollos por metro cuadrado

En el Gráfico 13, se observa que existe una relación lineal altamente significativa ($P \leq 0.01$) entre la longitud de estolones y el número de macollos por metro cuadrado. A medida que se incrementa la longitud de los estolones de kikuyo también se incrementa el número de macollos por metro cuadrado, la ecuación de regresión $\hat{y} = 11.45x + 122.74$ indica que por cada metro de estolón por metro cuadrado se incrementa 11.45 macollos por metro cuadrado cuando el pasto alcanza 20 cm de altura, y de acuerdo a la ecuación de regresión $\hat{y} = 30.40x - 3724.5$ indica que por cada metro de estolón por metro cuadrado se incrementa 30 macollos por metro cuadrado.

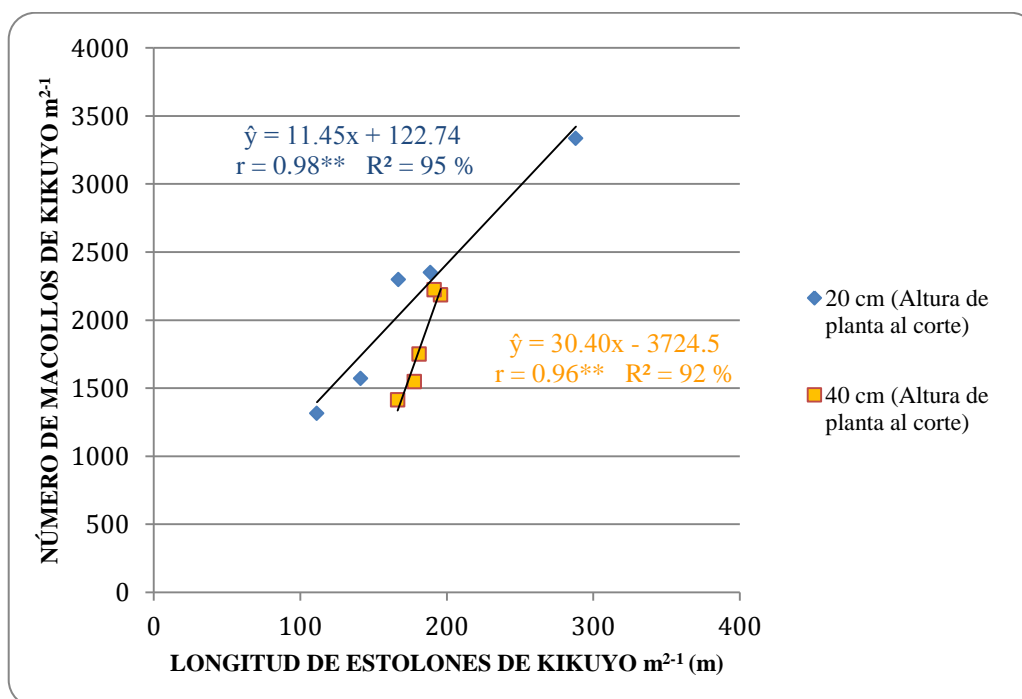


Gráfico 13. Relación entre la longitud de estolones por metro cuadrado y el número de macollos por metro cuadrado en la producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013.

Fuente: Guaña, L.

4.8. Peso de los estolones de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) por metro cuadrado

El Cuadro 23, presenta el peso de estolones de kikuyo por metro cuadrado. Encontrándose diferencias altamente significativas entre Tratamientos, Niveles de Nitrógeno ($P \leq 0.01$), para la interacción Altura de planta al corte x Niveles de Nitrógeno y para el Factorial vs el Adicional se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$), no se halló significancia estadística para Altura de planta al corte y repeticiones. El coeficiente de variación fue de 26.1 % considerado aceptable para este tipo de experimentos. El promedio general fue de 1.2 kg de MS por metro cuadrado (Cuadro 24).

Cuadro 23. Peso de los estolones de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) por metro cuadrado en la producción del kikuyo con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013.

Tratamiento	Altura de planta al corte cm	Nitrógeno kg ha ⁻¹ corte ⁻¹	Peso de los estolones kg MS m ²⁻¹
t1	20	0.0	0.7 (± 0.1) b
t2		7.5	0.8 (± 0.4) b
t3		15.0	0.9 (± 0.1) b
t4		30.0	1.2 (± 0.3) ab
t5		60.0	1.8 (± 0.4) a
Promedio peso de los estolones de kikuyo m ²⁻¹			1.1 (± 0.5)
t6	40	0.0	1.1 (± 0.2) ab
t7		7.5	1.1 (± 0.3) ab
t8		15.0	1.2 (± 0.5) ab
t9		30.0	1.2 (± 0.4) ab
t10		60.0	1.3 (± 0.3) ab
Promedio peso de los estolones de kikuyo m ²⁻¹			1.2 (± 0.3)
t11	Mezcla Kikuyo + Trébol blanco		0.89 (± 0.1) b

Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas (Tukey, $P \leq 0.05$)

* Nivel de Nitrógeno equivale a: 75 – 150 – 300 – 600 kg ha⁻¹ año⁻¹ respectivamente.

4.8.1. Efecto de la Aplicación de Nitrógeno

La fertilización nitrogenada tiene influencia en el incremento del peso de los estolones del kikuyo por metro cuadrado. En el Cuadro 21, se observa que el kikuyo cortado cuando el pasto alcanza 20 cm de altura + 60 kg de N ha⁻¹ corte⁻¹ presenta la mayor respuesta con 1.8 (± 0.4) kg de MS por metro cuadrado, estadísticamente comparten el último rango con la menor respuesta los tratamientos 1, 2, 3 y 11 (Tukey, $P \leq 0.05$).

En el Gráfico 14, se observa que existe una relación positiva entre el Nivel de Nitrógeno aplicado y el peso de los estolones por metro cuadrado lo cual se visualiza en la ecuación de regresión $\hat{y} = 0.018x + 0.6858$ la misma que establece que por cada kilogramo de Nitrógeno que se aplique, el peso de los estolones de kikuyo incrementa 0.018 kg de MS por metro cuadrado cuando el pasto alcanza 20 cm de altura, y de acuerdo a la ecuación de regresión $\hat{y} = 0.0034x + 1.1173$ determina que por cada kilogramo de Nitrógeno que se aplique el peso de los estolones se incrementa 0.003 kg de MS por metro cuando el kikuyo alcanza 40 cm de altura.

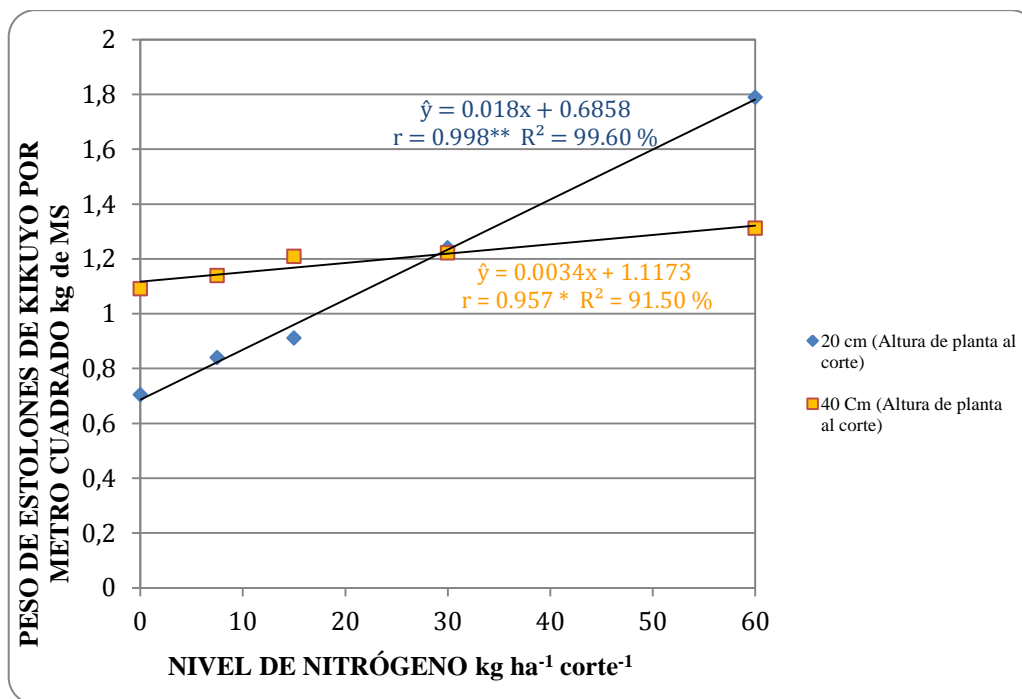


Gráfico 14. Relación entre el nivel de Nitrógeno aplicado y el peso de los estolones de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) en la producción de kikuyo con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013.

Fuente: Guaña, L.

Cuadro 24. ADEVA para el peso de lo estolones por metro cuadrado en la producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013.

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADOS DE LIBERTAD	CM
TOTAL	43	-
TRATAMIENTOS	10	0.35 **
ALTURA DE PLANTA AL CORTE (A)	1	0.10 ^{ns}
NIVELES DE NITRÓGENO (N)	4	0.53 **
A x N	4	0.25 *
FACTORIAL <u>vs</u> ADICIONAL	1	0.24 *
REPETICIONES	3	0.17 ^{ns}
ERROR EXPERIMENTAL	30	0.09
PROMEDIO = 1.1 kg de MS m ² ⁻¹ CV = 26.1 %		

4.9. Relación entre el Peso de los estolones por metro cuadrado y la Tasa de Crecimiento

La ecuación del Gráfico 15, $\hat{y} = 80.208x - 35.821$ indica que por cada kilogramo de MS de estolones de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) por metro cuadrado la Tasa de Crecimiento se incrementa en 80.20 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ cuando el pasto ha alcanzado 20 cm de altura para ser cortado. Y de acuerdo a la ecuación $\hat{y} = 214.67x - 196.3$ indica que por cada kilogramo de MS por metro cuadrado de estolones de kikuyo la Tasa de Crecimiento se incrementa en 214.67 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ cuando las plantas alcanzan 40 cm de altura.

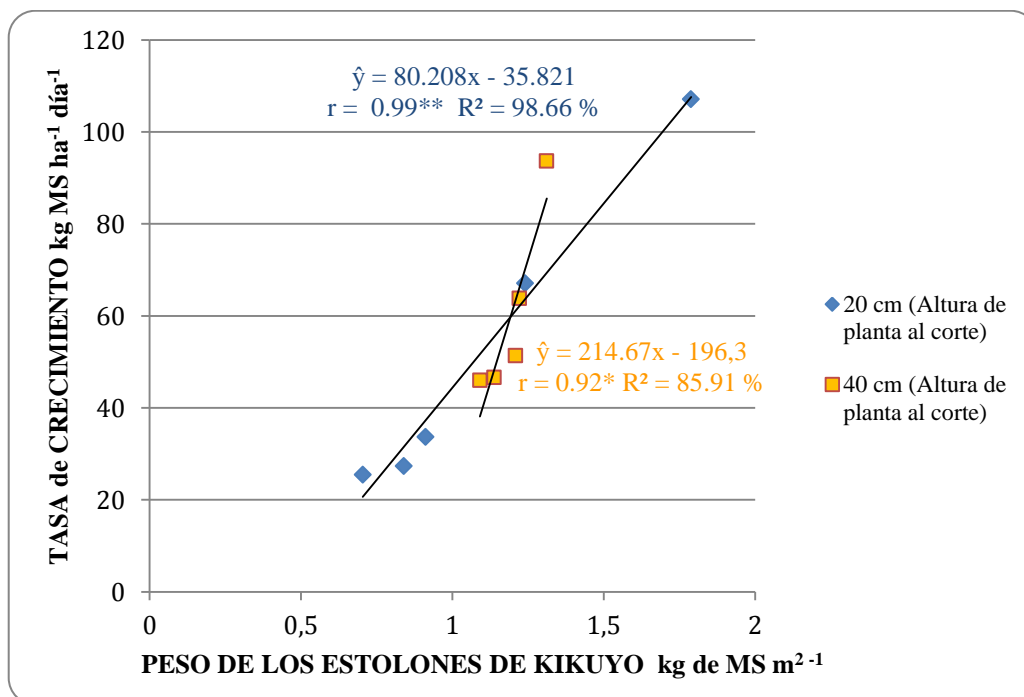


Gráfico 15. Relación entre la Tasa de Crecimiento y el peso de los estolones de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013.

Fuente: Guaña, L.

4.10. Digestibilidad “in situ”

La determinación de la Digestibilidad “in situ” de materia seca se realizó en el último corte experimental en el Laboratorio de Pastos de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador, obteniéndose los resultados que se presentan en el Cuadro 25.

4.11. Efecto del Nitrógeno

El porcentaje de digestibilidad de Materia Seca, para los niveles de Nitrógeno (Cuadro 25), presenta un rango que va desde 38.0 % (kikuyo + 0 kg N ha⁻¹ año⁻¹) hasta 55.5 % (kikuyo + 600 kg N ha⁻¹ año⁻¹); conforme se elevan los niveles de nitrógeno aplicado a la gramínea sola, su porcentaje de digestibilidad también se incrementa. Carulla *et al*, (2004) reporta rangos de digestibilidad “in vitro” del kikuyo que van desde 50 hasta 72 %, los tratamientos que se encuentran en este rango

son el kikuyo + 60 kg N ha⁻¹ corte⁻¹; con 53.5 % y 51.2 % cuando el pasto alcanza 20 y 40 cm de altura respectivamente.

La edad del pasto influye en la digestibilidad, en investigaciones conducidas con kikuyo en Nariño, Colombia, demostró que la aplicación de 50 a 100 kg N ha⁻¹ corte⁻¹ incremento la proporción de pasto digerido. Se encontró que la digestibilidad promedio del kikuyo es mayor cuando el rebrote alcanza estado de pastoreo en el período de 39 a 50 días, en comparación con el rebrote a los 78 días (Cuadro 4) (Guerrero, 1993).

En la presente investigación, en promedio, la mayor digestibilidad presento la altura de planta al corte de 20 cm con un promedio de 48.1 %; mientras que la altura de corte de 40 cm presento la menor digestibilidad con un promedio de 41.5 % (Cuadro 25), la menor digestibilidad de la altura de planta al corte de 40 cm de acuerdo a Bernal (2003) se debe a la edad del pasto y al respecto Teuber, (2007), menciona que al incrementar el estado de madurez de las plantas, la proporción de pared celular y su grado de lignificación aumentan disminuyendo, la digestibilidad de los tejidos vegetales. El contenido celular puede representar cerca del 65 % de la materia seca de los tejidos vegetales jóvenes, pero disminuye a menos del 50 % en la medida que aumenta la madurez de las plantas. El material fibroso es de más lenta digestión y evacuación del rumen, por lo que ejerce un efecto físico de llenado que limita el consumo.

Cuadro 25. Digestibilidad “*in situ*” de la Materia Seca de tratamientos en la producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013.

Tratamiento	Altura de planta al corte cm	Nivel de N kg ha ⁻¹ corte ⁻¹ *	DIGESTIBILIDAD %
t1	20	0.0	38.0
t2		7.5	45.5
t3		15.0	48.5
t4		30.0	53.2
t5		60.0	55.5
	Promedio		48.1
t6	40	0.0	34.5
t7		7.5	37.2
t8		15.0	41.7
t9		30.0	43.0
t10		60.0	51.2
	Promedio		41.5
t11	Kikuyo + Trébol blanco		62.0

Fuente. Laboratorio de Pastos y Forrajes. UCE/FCA 2013

* Equivalente a: 0 – 75 – 150 – 300 – 600 kg N ha⁻¹ año⁻¹

En el Gráfico 16, se observa que, la fertilización nitrogenada afecta positivamente a la Digestibilidad, hasta la aplicación de 600 kg N ha⁻¹ año⁻¹

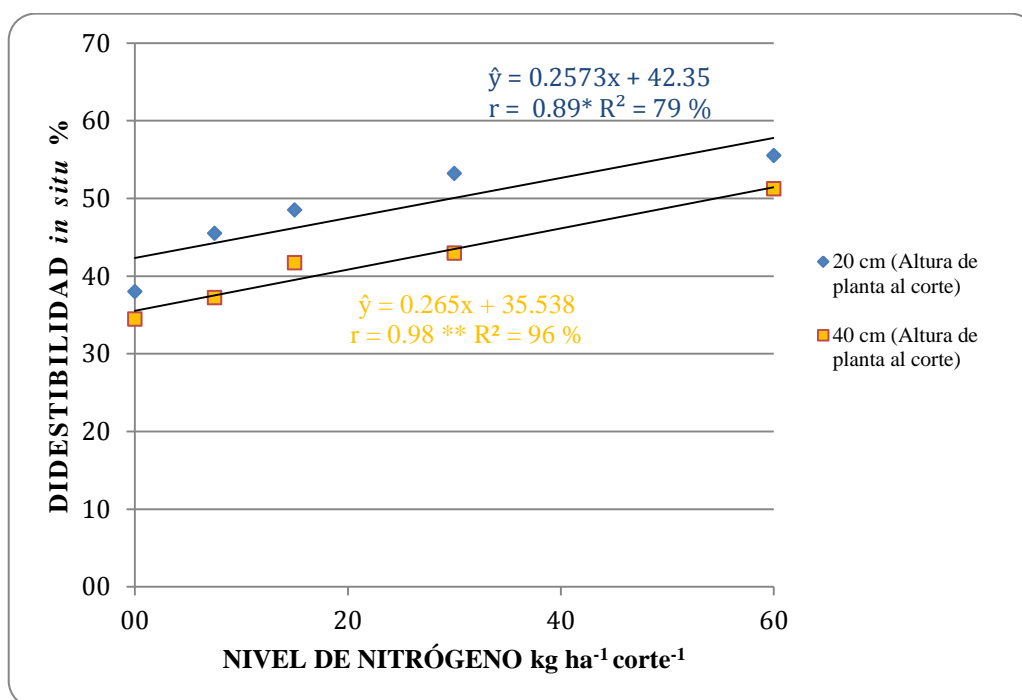


Gráfico 16. Relación entre el Nivel de Nitrógeno aplicado y la Digestibilidad “*in situ*” de la materia seca de tratamientos en la producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013.

Fuente: Guaña, L.

4.12. Efecto de la mezcla con leguminosa

En el Cuadro 25, se observa que el porcentaje de digestibilidad del kikuyo + trébol blanco fue de 62.00 %. Buitrón (2000) encontró valores de digestibilidad *in vitro* de 69.2 % y 83.0 % en la época seca y lluviosa respectivamente, en la mezcla de Ryegrass perenne + Trébol blanco. Ruales (2010), encontró valores de digestibilidad *in situ* de 73.6 % en la mezcla de Ryegrass perenne, ryegrass anual, trébol rojo, trébol blanco y alfalfa. Erazo (2011) encontró valores de digestibilidad *in situ* de 52.5 % en la mezcla de pasto miel + trébol rojo. Grijalva *et al*, (1995) encontró valores de digestibilidad del kikuyo + trébol blanco de 67.91 % y 68.74 % con la aplicación de 60 y 30 kg de N ha⁻¹.

Los valores de digestibilidad encontrados en la presente investigación son inferiores a los reportados por Buitrón y Ruales y superiores a los reportados por Erazo. Las pasturas de ryegrass + leguminosa presentan mayor digestibilidad de la Materia Seca que el kikuyo con trébol blanco, debido a las variaciones en la composición química, principalmente de los componentes de la pared celular que determinan en gran medida el valor nutritivo de las especies forrajeras (Grijalva *et al*, 1995).

4.13. Número de plantas de trébol blanco (*Trifolium repens* L) por metro cuadrado

En el Cuadro 26, se presenta el número de plantas de trébol blanco (*Trifolium repens* L) por metro cuadrado medido en las tres primeras semanas después de la siembra. De acuerdo a los resultados y a la representación (Gráfico 17), se observa que el mayor número de plantas se encuentra en la segunda semana de establecimiento, posiblemente a que en el transcurso del tiempo las semillas presentes en el suelo continúan germinando; sin embargo, en la tercera semana de establecimiento se observa que la densidad de plantas empieza a disminuir, debido a que las plantas se dañan fácilmente por el efecto de malezas, insectos y enfermedades (Paladines, 2010), por lo tanto no todas las plantas tienen la capacidad de sobrevivir.

Cuadro 26. Número de plantas de trébol blanco (*Trifolium repens* L) por metro cuadrado en las parcelas establecidas con kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst). Tumbaco, Pichincha. 2013.

Semana	Promedio Plantas m ² -1	CV (%)
1	803 (± 54)	7.4
2	839 (± 81)	9.0
3	731 (± 1.3)	10.9
Promedio	791 (± 93)	9.1

Fuente: Guaña, L.

La densidad de siembra recomendada del trébol blanco en mezcla con gramíneas es de 3 a 5 kg ha⁻¹ (Grijalva *et al*, 1995; Betts & Ayres, 2004; Anon 2007). En esta investigación la densidad fue de 10 kg ha⁻¹, el doble de lo recomendado, se utilizó esta densidad considerando que el kikuyo es más agresivo que la leguminosa, por lo cual se pretendió asegurar una densidad de plantas adecuada que garantice la competencia con el kikuyo y la estabilidad de la mezcla forrajera.

El número de semillas del trébol blanco variedad Tribute por kilogramo es de 1 500 000 (Demanet, 2007), lo cual en teoría si el 100 % de las semillas germinara, se debería obtener 1500 plantas por metro cuadrado, de acuerdo a la densidad de siembra (10 kg ha⁻¹) utilizada en esta investigación.

Con los resultados obtenidos (Cuadro 26) existe una diferencia de 708.86 plantas lo cual representaría el 47.26 % de semillas no germinadas, al respecto Paladines (2010), menciona que la cantidad de semilla depositada en el suelo es mucho mayor de lo necesario para el número de plantas que emergen. Se estima que el 40 % de las semillas nunca emergen del suelo y de las emergidas aproximadamente el 50 % desaparece en las primeras semanas de vida de las plantas.

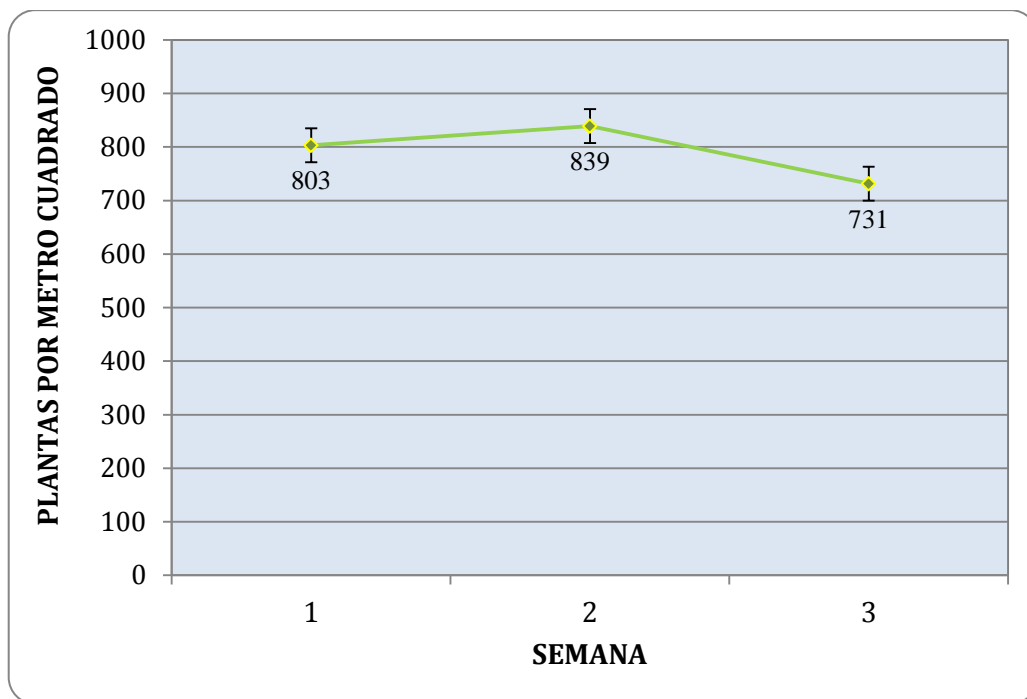


Gráfico 17. Número de plantas de trébol blanco (*Trifolium repens* L) por metro cuadrado presentes durante las tres primeras tres semanas después de la siembra. Tumbaco, Pichincha. 2013.

Fuente: Guaña, L.

4.14. Composición botánica

Para composición botánica se creyó que no era necesario realizar un ADEVA, debido a que en los niveles de Nitrógeno se sembró solamente kikuyo. El análisis de composición botánica toma mayor importancia en la mezcla de kikuyo con trébol blanco, con el propósito de identificar la dinámica y persistencia de la mezcla.

En el Cuadro 27, se indica la composición botánica de los tratamientos en los que se aplicó diferentes niveles de Nitrógeno al kikuyo, el mismo que se cortó a diferentes alturas. El kikuyo como se demostró anteriormente responde positivamente a la fertilización nitrogenada; sin embargo, cuando los niveles de fertilización son bajos se produce el apareamiento de otras especies vegetales. Cuando el kikuyo se cortó cuando las plantas alcanzaban 20 cm de altura con niveles de nitrógeno de 0.0 y 7.5 kg de N ha⁻¹ corte⁻¹, en el segundo corte experimental se observó el apareamiento de trébol blanco y llantén; en tanto que, cuando el pasto se cortó cual alcanzaba 40 cm de altura con niveles de Nitrógeno de 0.0 y 7.5 kg N ha⁻¹ corte⁻¹ se observó únicamente la presencia de trébol blanco.

Cuadro 27. Composición Botánica del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada. Tumbaco, Pichincha. 2013.

Tratamiento	Altura de planta al corte cm	Nitrógeno kg ha ⁻¹ *	ESPECIE		
			Kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>) (%)	Trébol Blanco (<i>Trifolium repens</i>) (%)	Llantén (<i>Plantago lanceolata</i>) (%)
t1	20	0.0	95.95	2.70	1.35
t2		7.5	95.91	2.34	1.75
t3		15.0	100.00	-	-
t4		30.0	100.00	-	-
t5		60.0	100.00	-	-
t6	40	0.0	93.20	6.80	-
t7		7.5	93.44	6.56	-
t8		15.0	100.00	-	-
t9		30.0	100.00	-	-
t10		60.0	100.00	-	-

* Equivalente a: 0 – 75 – 150 – 300 – 600 kg N ha⁻¹ año⁻¹

En el Cuadro 28 y Gráfico 18, se observa la Composición Botánica y la evolución de la mezcla forrajera de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con trébol blanco (*Trifolium repens* L), durante las primeras semanas de establecimiento en la mezcla el trébol blanco fue predominante llegando a constituir el 74.63 % de la mezcla a los 63 días de establecimiento, bajo estas condiciones proveer a los animales de esta mezcla no sería recomendable, ya que las el exceso de leguminosas puede causar problemas en los animales como timpanismo. A los 140 hasta los 203 días de establecimiento la densidad del trébol blanco ha disminuido y su porcentaje máximo dentro de la mezcla es de 30.86 % y de acuerdo a (Saldanha, sf) el porcentaje de gramíneas y leguminosas en una mezcla está en una relación 60 % - 70 % de gramíneas y 30 % - 40 % de leguminosas.

El trébol blanco es predominante durante los primeros días de establecimiento, debido a que el kikuyo se estableció por estolones plantados a 0.40 m entre líneas lo que dificultó que se cubra rápidamente el área, mientras que para el establecimiento del trébol blanco se utilizó semilla, lo que hizo que su establecimiento sea más rápido y se cubra rápidamente el área.

Cuadro 28. Composición botánica de la mezcla forrajera de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013.

Corte	Días después del establecimiento	Kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>) (%)	Trébol Blanco (<i>Trifolium repens</i>) (%)	Llantén (<i>Plantago lanceolata</i>) (%)	Bledo (<i>Amaranthus sp</i>) (%)	Coquitos (<i>Cyperus rotundus</i>) (%)
1	31	23.31	69.26	2.36	3.72	1.35
2	63	23.88	74.63	1.49	—	—
3	100	54.05	43.58	2.37	—	—
4	140	67.06	29.41	3.53	—	—
5	203	67.90	30.86	1.23	—	—

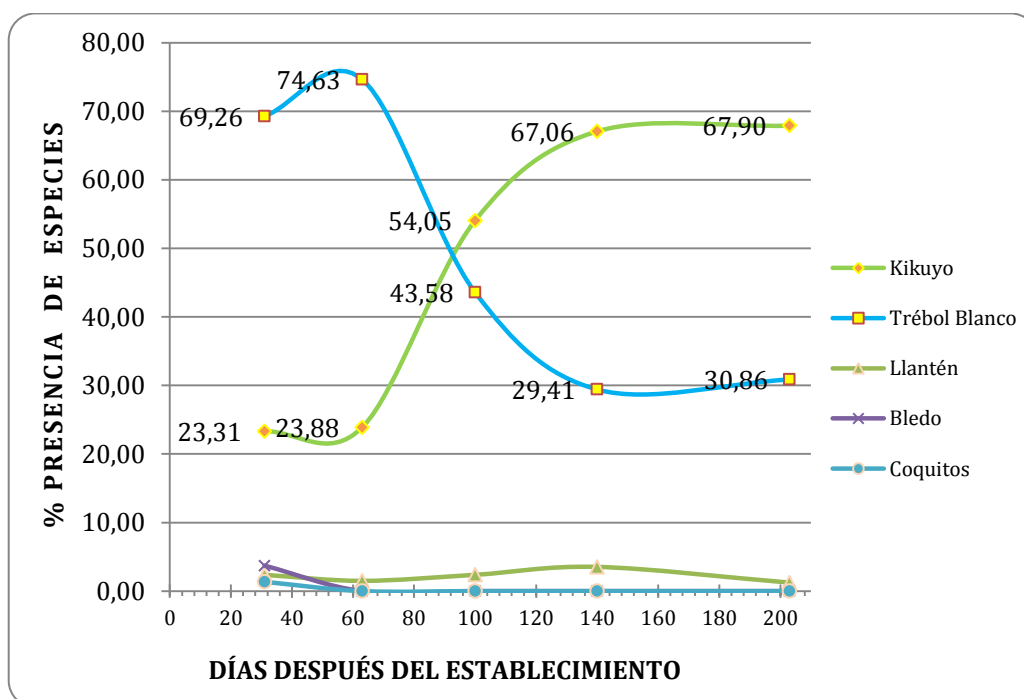


Gráfico 18. Evolución de la mezcla forrajera de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013.

Fuente: Guaña, L.

4.15. Producción de la mezcla de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con trébol blanco (*Trifolium repens* L).

La Tasa de Crecimiento del kikuyo + trébol blanco fue de $75.1 (\pm 15.4)$ kg de MS ha^{-1} día $^{-1}$, siendo superior a la Tasa de Crecimiento del kikuyo cuando se siembra solo y se aplica 0, 75 y 150 kg de N ha^{-1} año $^{-1}$ en la altura de 20 cm y superior a 0, y 75 kg de N ha^{-1} año $^{-1}$ en la altura de corte de 40 cm (Cuadro13).

La Tasa de Crecimiento del kikuyo + trébol blanco es superior a los valores reportados por Amaguaña (2009) y Erazo (2011) al trabajar con Pasto miel + Trébol rojo obteniendo 59.6 y 57.2 kg de MS ha⁻¹ día⁻¹ respectivamente.

4.16. Contribución del trébol blanco (*Trifolium repens* L) a la producción de la mezcla de gramínea más leguminosa.

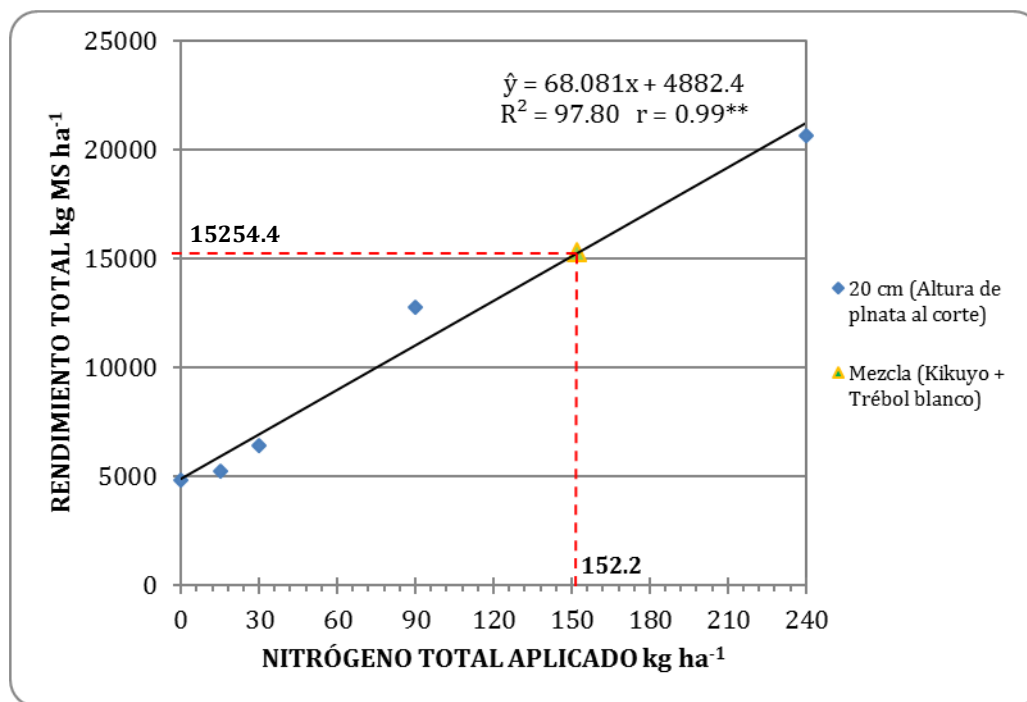


Gráfico 19. Relación entre el Nitrógeno Total aplicado y el Rendimiento Total de MS ha⁻¹ y estimación de la cantidad de Nitrógeno que se debería aplicar al Kikuyo solo para que su producción sea equivalente a la mezcla de Kikuyo + Trébol blanco en el estudio de la producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013.

Fuente: Guaña, L.

Buitrón (2000), encontró que una pastura de ryegrass perenne puro, debería recibir 245 kg de N ha⁻¹ año⁻¹ para producir la misma cantidad de MS ha⁻¹ año⁻¹ (12.5 t) que la mezcla de ryegrass con trébol blanco. Amaguaña (2010) estimó que el pasto miel debería recibir 230 y 250 kg de N ha⁻¹ año⁻¹ en la época seca y lluviosa respectivamente, para que la producción de MS ha⁻¹ año⁻¹ sea equivalente a la mezcla de pasto miel con trébol rojo.

De acuerdo a la ecuación que se obtuvo de la aplicación de Nitrógeno sobre el kikuyo cuando alcanzaba 20 cm de altura $Y = 68.08x + 4882.4$ (Gráfico 19) en la que Y representa la producción de materia seca en kg de MS ha⁻¹ y X la cantidad de Nitrógeno, se calculó la cantidad de Nitrógeno ha⁻¹ que debería recibir el kikuyo solo para que su producción sea equivalente a la mezcla de Kikuyo + Trébol blanco; se obtuvo 152.2 kg de N ha⁻¹, equivalente a 274.0 N ha⁻¹ año⁻¹.

La estimación se la realiza únicamente con la altura de planta al corte de 20 cm porque se consideró la misma altura para realizar los cortes de la mezcla forrajera.

Estos resultados indican que la mezcla de kikuyo con trébol blanco, en producción es similar a las obtenidas con ryegrass perenne y pasto miel y también indican la exigencia del kikuyo en fertilización nitrogenada para alcanzar producciones similares a las obtenidas en mezclas forrajeras, de ryegrass perenne y pasto miel.

5. CONCLUSIONES

La Tasa de Crecimiento fue superior en la altura de 20 cm desde los 30 kg N ha⁻¹ corte⁻¹ y la Tasa de Crecimiento en la altura de 40 cm es superior solo en 60 kg de N ha⁻¹ corte⁻¹.

La fertilización nitrogenada, entre 0 y 60 kg de N ha⁻¹ corte⁻¹ incrementó la Tasa de Crecimiento, el número de macollos, el número de nudos en los estolones, la longitud y el peso de los estolones de kikuyo por metro cuadrado.

La Tasa de crecimiento del kikuyo con la aplicación de 60 kg N ha⁻¹ corte⁻¹ fue de 107.1 (± 8.9) y 93.7 (± 5.1) kg MS ha⁻¹ día⁻¹ cuando el kikuyo alcanzó 20 y 40 cm de altura respectivamente. La Tasa de Crecimiento de la mezcla de kikuyo con trébol blanco fue de 75.1 (± 15.4) kg MS ha⁻¹ día⁻¹, igual o superior a todos los tratamientos con N, excepto el nivel de 60 kg en la altura de corte de 20 cm.

El porcentaje de Digestibilidad del kikuyo solo, aumentó con el nivel de Nitrógeno aplicado al suelo desde 38.0 % sin Nitrógeno hasta 55.5 % con 60 kg N ha⁻¹ corte⁻¹, cuando el pasto alcanzó 20 cm de altura y desde 34.5 % sin Nitrógeno hasta 51.2 % con 60 kg N ha⁻¹ corte⁻¹ cuando el pasto alcanzó 40 cm de altura. La digestibilidad de la asociación de kikuyo con trébol blanco fue del 62 %.

6. RECOMENDACIONES

Aplicar 30 kg N ha⁻¹ corte⁻¹ al kikuyo sembrado solo para obtener la mejor eficiencia de utilización del Nitrógeno por parte del kikuyo.

En el caso de establecer la mezcla de kikuyo con trébol plantar los estolones de kikuyo en líneas con una separación de 20 cm entre ellas para evitar la sobrepoblación de trébol blanco.

El kikuyo sembrado sin leguminosa debe ser fertilizado con 274.0 kg de N ha⁻¹ año¹, para obtener el mismo rendimiento que la mezcla de kikuyo con trébol blanco.

7. RESUMEN

Para el 2011 la tasa anual de crecimiento del ganado vacuno fue de 2.0 % a nivel nacional. La región Sierra cuenta con mayor cantidad de ganado con el 51.0 % del total nacional, seguida por la Costa con 36.7 % y el Oriente con 12.3 %. En la región sierra la producción de leche a nivel nacional llega al 76.7 % del total, siendo las provincias más representativas Pichincha con 14.3 %; Azuay 9.99 % y Cotopaxi 9.40 %. En relación al promedio de litros de leche por vaca producidos, la región que más se destaca es la sierra con 6.7 litros por vaca, debido principalmente a la gran cantidad de ganado lechero presente y a pastos cultivados y naturales que sirven para su alimentación (INEC, 2012). Las pasturas constituyen un factor fundamental en la competitividad de la producción ganadera, las pasturas, naturales y mejoradas, pastoreadas directamente por los animales fueron y continúan siendo el alimento notoriamente más económico y parece muy difícil que esto cambie. Por tanto, toda tecnología que contribuya a maximizar su productividad, manteniendo la categoría de “alimento más económico”, es una contribución al desarrollo de estos sectores. La productividad de las pasturas mejoradas depende de una gran cantidad de factores siendo la fertilidad de los suelos uno de los factores fundamentales (Morón, 2008). Las pasturas en el Valle de Tumbaco, son inestables y poco persistentes (Tipán, 2007). La presencia de gramíneas sembradas (*Lolium perenne*, *Lolium multiflorum*), disminuyen en 1.96 % por mes con la edad de la pastura y desaparecen a los 15 meses de su establecimiento (Castro, 2013), de ahí la necesidad de conocer y poner en práctica la utilización de alternativas forrajeras no convencionales, preferiblemente de disponibilidad local, presentes a diario en el medio y generados espontáneamente por el ambiente, con ello disminuiríamos la dependencia de costosos recursos importados (Trujillo, 2012). Durante varias décadas el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst), se ha constituido en una alternativa forrajera y la base de la alimentación de los sistemas de producción lechera especializada en Colombia (Carulla *et al*, 2004) y ocupa el segundo lugar en importancia dentro de las gramíneas forrajeras en Australia (Fulkerson, 2007). Se cree que el kikuyo fue introducido al Ecuador a mediados de los años 40 como un pasto promisorio para la producción animal pero su hábito de crecimiento agresivo lo ha convertido en una maleza para los cultivos y en un problema para el mantenimiento de las pasturas (Paladines, 2010). El kikuyo es un pasto que forma estolones sobre la superficie del suelo con entrenudos cortos a partir de los cuales surgen raíces que fijan los estolones al suelo, de tal manera que lo que queda al acceso de los animales son principalmente hojas (Zapata, 2000). Todas las pasturas responden a la aplicación de Nitrógeno cuando hay humedad suficiente en el suelo. Hay dos formas de proveer N al suelo: 1) Depender de la capacidad de las leguminosas (tréboles, alfalfa) para fijar Nitrógeno. 2) Aprovechamiento constante de N como fertilizante. Una tercera opción, que se usa con frecuencia, es el uso estratégico del Nitrógeno en pasturas de gramínea más leguminosa. En este caso, el fertilizante se usa solamente en dos épocas del año, principalmente a la salida y entrada de la época de lluvias, (Paladines *et al*, 2003). Los fertilizantes nitrogenados de uso convencional en la agricultura son la urea, sulfato de amonio, nitrato de amonio, MAP y DAP, destacándose la urea cuyo consumo supera a todos los demás juntos. Las gramíneas poseen una extraordinaria capacidad para cubrir rápidamente los suelos desnudos para protegerlos contra la erosión, retener la humedad y restaurar la fertilidad a través del reciclamiento de nutrientes desde los horizontes inferiores del suelo a los superiores. Por su parte, las leguminosas son fuente importante de proteínas y minerales para los animales y la fuente más económica de N para producción de otras especies (Bernal, 2003). El manejo de los pastizales es tan importante como la selección de las especies apropiadas, su siembra y fertilización correcta. Está por demás indicar que la utilidad que se obtenga del dinero

invertido dependerá de la habilidad con que se manejen los pastos para convertirlos en productos de fácil venta y la duración del vigor de los potreros (Humphreys, s.f). De aquí se plantearon los siguientes objetivos: Determinar el efecto de la altura de corte, el nivel de fertilización nitrogenada y la mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L) sobre la producción y la estabilidad de la mezcla forrajera bajo las condiciones agroecológicas del Campo Docente Experimental “La Tola” Tumbaco, Pichincha. Determinar la altura de corte con la cual se obtenga el mayor rendimiento del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst). Determinar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) y Determinar el porcentaje de Digestibilidad del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) y de la mezcla forrajera.

El proceso experimental se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador en el Campo Académico Docente Experimental “La Tola” (CADET) ubicado en la provincia de Pichincha, parroquia Tumbaco, a una altitud de 2465 msnm, con un precipitación promedio anual de 882.84 mm y una temperatura promedio anual de 15.57 °C. El pH del suelo fue de 6.8; el contenido de Fósforo de 70.1 ppm, de Potasio 1.04 ppm, de Nitrógeno 0.04 % y de materia orgánica 0.87 %. Para la fertilización de base se utilizó los siguientes fertilizantes urea (N) 50 kg ha⁻¹, sulpomag (K₂O MgO S) 20 kg ha⁻¹, muriato de potasio (K₂O) 50 kg ha⁻¹, superfosfato triple (P₂O₅) 20 kg ha⁻¹.

Para el análisis estadístico se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar con un arreglo factorial de 2x5+1 con cuatro repeticiones para un total de 11 tratamientos y 44 unidades experimentales, cada una de 7.20 m² (3.6 m x 2.0 m).

Los tratamientos resultaron de la combinación de las dos alturas de corte con cinco niveles de fertilización nitrogenada más un tratamiento adicional. 1) 20 cm / 0.0 kg N corte⁻¹ ha⁻¹, 2) 20 cm / 7.5 kg N corte⁻¹ ha⁻¹, 3) 20 cm / 15.0 kg N corte⁻¹ ha⁻¹, 4) 20 cm / 30.0 kg N corte⁻¹ ha⁻¹ 5) 20 cm / 60.0 kg N corte⁻¹ ha⁻¹, 6) 40 cm / 0.0 kg N corte⁻¹ ha⁻¹ 7) 40 cm / 7.5 kg N corte⁻¹ ha⁻¹, 8) 40 cm / 15.0 kg N corte⁻¹ ha⁻¹, 9) 40 cm / 30.0 kg N corte⁻¹ ha⁻¹, 10) 40 cm / 60.0 kg N corte⁻¹ ha⁻¹, 11) Kikuyo + Trébol blanco.

Las variables medidas fueron: Porcentaje de brotes de kikuyo en relación a los nudos plantados, producción primaria expresada en kg MS ha⁻¹, Tasa de Crecimiento expresada en kg MS ha⁻¹ día⁻¹, número de macollos de kikuyo por metro cuadrado, peso de estolones de kikuyo por metro cuadrado, número de nudos de kikuyo por metro cuadrado, longitud de estolones de kikuyo por metro cuadrado, digestibilidad *in situ* de la Materia Seca, número de plantas de trébol por metro cuadrado y composición botánica.

Para determinar el número de brotes en relación a los nudos plantados se utilizó un cuadrante metálico de 0.25 m², este se ubicó al azar en tres sitios dentro de las unidades experimentales de cada tratamiento, se contó el número de brotes y se determinó su porcentaje en relación a los nudos plantados. Para el tratamiento adicional se empleó un cuadrante metálico de 0.64 m² de superficie y se ubicó en dos sitios dentro de las unidades experimentales. Esta variable se midió a la tercera semana después de plantar los estolones. Se plantaron 44 unidades experimentales de las cuales 40 correspondían al pasto kikuyo y solo cuatro correspondían a la mezcla de kikuyo + trébol blanco. Para las unidades experimentales en las que se encontraba la gramínea sola se utilizó un total de 6 400 estolones (160 estolones por parcela) de 20 cm de longitud con 8 nudos, sembrados en líneas con una separación de 20 cm entre ellas dando como resultado un total de 51200 nudos plantados.

Para la mezcla de kikuyo + trébol blanco se utilizaron estolones con iguales características variando únicamente en la distancia entre líneas de siembra (40 cm) esto lógicamente a que el espacio sería ocupado también por el trébol blanco.

Los cortes experimentales se realizaron cuando el pasto alcanzaba 20 y 40 cm de altura, en el caso de las mezcla de trébol blanco + kikuyo los cortes se realizaron cuando la mezcla llegaba a 20 cm de altura. Los cortes se realizaron con la ayuda de una hoz y un cuadrante metálico de 0.25 m², se tomaron un total de tres muestras por unidad experimental neta (1 m x 2.6 m).

El kikuyo + 60 kg N ha⁻¹ corte⁻¹ cortado cuando las plantas alcanzaban 20 cm de altura presento la Tasa de Crecimiento promedio de 107.1 (± 8.9) kg MS ha⁻¹ día⁻¹; no fue estadísticamente diferente (Tukey, P ≤ 0.05) a la altura de planta al corte de 40 cm + 60 kg N ha⁻¹ corte⁻¹ con una Tasa de Crecimiento de 93.7 (± 5.1) kg MS ha⁻¹ día⁻¹. La menor respuesta sin diferencias estadísticas (Tukey, P ≤ 0.05) la comparten los tratamientos con la altura de planta al corte de 20 cm + 7.5 y 30.0 kg N ha⁻¹ corte⁻¹ y los tratamientos con la altura de planta al corte de 40 cm + 0.0, 7.5, y 15 kg N ha⁻¹ corte⁻¹. La Tasa de Crecimiento del kikuyo + Trébol blanco fue de 75.1 (± 15.4). La eficiencia de utilización de Nitrógeno por parte del kikuyo se calculó tomando como base el rendimiento del tratamiento sin Nitrógeno. La mayor eficiencia se consiguió con la aplicación de 300 kg N ha⁻¹ año⁻¹ con 87 y 113 kg MS por kg de Nitrógeno aplicado, cuando el kikuyo llegaba a 20 y 40 cm de altura respectivamente.

El número de macollos de kikuyo por metro cuadrado se midió en el último corte experimental con la ayuda de un cuadrante metálico de 0.25 m². El kikuyo cortado cuando el pasto alcanzó 20 cm de altura + 60 kg de N ha⁻¹ corte⁻¹ presentó la mayor respuesta con 3336 (± 616) macollos por metro cuadrado, en la altura de corte de 20 y 40 cm los tratamientos con 0 y 7.5 kg de N ha⁻¹ corte⁻¹ tuvieron similar producción (Tukey, P ≤ 0.05).

Para determinar el peso de los estolones de kikuyo, se utilizó un cuadrante metálico de 0.25 m², este se ubicó en los sitios en los cuales se contó el número de macollos. La fertilización nitrogenada tuvo influencia en el incremento del peso de los estolones del kikuyo por metro cuadrado. El kikuyo cortado cuando el pasto alcanzó 20 cm de altura + 60 kg de N ha⁻¹ corte⁻¹ presentó la mayor respuesta con 1.8 (± 0.4) kg de MS por metro cuadrado, estadísticamente comparten el último rango con la menor respuesta los tratamientos 1, 2, 3 y 11 (Tukey, P ≤ 0.05).

Para determinar el número de nudos de kikuyo se utilizó el material recogido para determinar el peso de los estolones. Esta variable se midió después de realizar último corte experimental.

El kikuyo cortado cuando el pasto alcanzó 20 cm de altura + 60 kg de N ha⁻¹ corte⁻¹ presentó la mayor respuesta con 17826 (± 3426) nudos por metro cuadrado, en tanto que, el menor número de nudos por metro cuadrado corresponden al kikuyo cortado cuando el pasto alcanza 20 cm de altura + 0 kg ha⁻¹ año⁻¹ con 5987 (± 2049) nudos por metro cuadrado (Tukey, P ≤ 0.05).

Para determinar la longitud de estolones de kikuyo por metro cuadrado se utilizó el material recogido para determinar el peso de los estolones y el número de nudos por metro cuadrado. Esta variable se midió después de realizar último corte experimental. El kikuyo cortado cuando el pasto alcanza 20 cm de altura + 60 kg de N ha⁻¹ corte⁻¹ presenta la mayor respuesta con 288.0 (±65.1) metros por metro cuadrado, estadísticamente comparten el rango con la menor respuesta los tratamientos 1, 2, 3, 6, 7, 8, 11 (Tukey, P ≤ 0.05).

La Digestibilidad se determinó por el método *in situ*. El mayor porcentaje de digestibilidad se obtuvo con la aplicación de 60 kg N ha⁻¹ corte⁻¹ con 55.5 % y 51.2 % cuando las plantas alcanzaban 20 y 40 cm de altura respectivamente. La digestibilidad de la mezcla forrajera fue de 62 %.

La composición botánica se realizó en cada corte experimental por el método de separación manual y se determinó el contenido de Materia Seca en cada componente. Cuando el kikuyo se cortó cuando las plantas alcanzaban 20 cm de altura con niveles de nitrógeno de 0.0 y 7.5 kg de N ha⁻¹ corte⁻¹, en el segundo corte experimental se observó el apareamiento de trébol blanco y llantén; en tanto que, cuando el pasto se cortó cual alcanzaba 40 cm de altura con niveles de Nitrógeno de 0.0 y 7.5 kg N ha⁻¹ corte⁻¹ se observó únicamente la presencia de trébol blanco. Durante las primeras semanas de establecimiento en la mezcla el trébol blanco fue predominante llegando a constituir el 74.63 % de la mezcla a los 63 días de establecimiento, a los 140 hasta los 203 días de establecimiento la densidad del trébol blanco ha disminuido y su porcentaje máximo dentro de la mezcla es de 30.86 %.

El número de plantas de trébol blanco por metro cuadrado medido en las tres primeras semanas después de la siembra, el mayor número de plantas por metro cuadrado se presentó en la segunda semana de establecimiento con un promedio de 839 (\pm 81).

Los resultados permiten concluir que:

La Tasa de Crecimiento fue superior en la altura de 20 cm desde los 30 kg N ha⁻¹ corte⁻¹ y la Tasa de Crecimiento en la altura de 40 cm es superior solo en 60 kg de N ha⁻¹ corte⁻¹.

La fertilización nitrogenada, entre 0 y 60 kg de N ha⁻¹ corte⁻¹ incrementó la Tasa de Crecimiento, el número de macollos, el número de nudos en los estolones, la longitud y el peso de los estolones de kikuyo por metro cuadrado.

La Tasa de crecimiento del kikuyo con la aplicación de 60 kg N ha⁻¹ corte⁻¹ fue de 107.1 (\pm 8.9) y 93.7 (\pm 5.1) kg MS ha⁻¹ día⁻¹ cuando el kikuyo alcanzó 20 y 40 cm de altura respectivamente. La Tasa de Crecimiento de la mezcla de kikuyo con trébol blanco fue de 75.1 (\pm 15.4) kg MS ha⁻¹ día⁻¹, igual o superior a todos los tratamientos con N, excepto el nivel de 60 kg en la altura de corte de 20 cm.

El porcentaje de Digestibilidad del kikuyo solo, aumentó con el nivel de Nitrógeno aplicado al suelo desde 38.0 % sin Nitrógeno hasta 55.5 % con 60 kg N ha⁻¹ corte⁻¹, cuando el pasto alcanzó 20 cm de altura y desde 34.5 % sin Nitrógeno hasta 51.2 % con 60 kg N ha⁻¹ corte⁻¹ cuando el pasto alcanzó 40 cm de altura. La digestibilidad de la asociación de kikuyo con trébol blanco fue del 62 %.

Palabras clave: Pasto, Mezcla forrajera, Fertilización, Eficiencia, Nitrógeno, Producción primaria

8. SUMMARY

For 2011 the annual growth rate of cattle was 2.0 % nationally. The Sierra region has a large number of cattle with 51.0 % of the national total, followed by Costa with 36.7 % and 12.3 % in the East. In the mountain region milk production nationally reaches 76.7 % of the total, being the most representative Pichincha provinces with 14.3 %, 9.99 % and Cotopaxi Azuay 9.40 %. Regarding the average liters of milk produced per cow, the region that stands out is the saw with 6.7 liters per cow, mainly due to the large number of present and cultured dairy cattle pastures and natural that serve for food (INEC, 2012). Pastures are a key factor in the competitiveness of livestock production, pasture, natural and enhanced directly grazed by the animals were and continue to be the notoriously cheap food and it seems very difficult to change this. Therefore, any technology that helps maximize your productivity while maintaining the category of "cheap food" is a contribution to the development of these sectors. The productivity of improved pastures depends on a lot of factors being soil fertility one of the fundamental factors (Morón, 2008). Pastures in the Valley Tumbaco are unstable and persistent (Tipán, 2007). The presence of sown grasses (*Lolium perenne*, *Lolium multiflorum*), decreased by 1.96 % per month with pasture age and disappear within 15 months of its establishment (Castro, 2013), hence the need to understand and implement the use of non-conventional forage alternatives, preferably local availability, present daily in the medium and spontaneously generated by the environment, thereby diminish the reliance on costly imported resources (Trujillo, 2012). For several decades the Kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum* Hochst) has become an alternative forage based feeding dairy production systems specializing in Colombia (Carulla *et al*, 2004) and is second in importance within forage grasses in Australia (Fulkerson, 2007). It is believed that the Kikuyu was introduced to Ecuador in the mid- 40s as a promising grass for animal production but his habit of aggressive growth has become a weed for crops and a problem for the maintenance of pastures (Paladines, 2010). Kikuyu is a grass stolons that form on the surface of the ground with short internodes from which arise roots that fix runners to the ground, so that what remains the access of animals are mainly sheets (Zapata, 2000). All grasses respond to nitrogen application when there is sufficient moisture in the soil. There are two ways to provide N to the soil: 1) Relying on the ability of legumes (clovers, alfalfa) to fix nitrogen. 2) Provision of N fertilizer constantly. A third option, which is often used is the strategic use of nitrogen in grass legume pastures more. In this case, the fertilizer is used only in two seasons, mainly to the exit and entrance of the rains, (Paladines *et al*, 2003). Nitrogen fertilizer use in conventional agriculture are urea, ammonium sulfate, ammonium nitrate, MAP and DAP, highlighting the urea whose consumption exceeds all others combined. Grasses have an uncanny ability to quickly cover the bare soil to protect against erosion, retain moisture and restore fertility through the recycling of nutrients from lower soil horizons to superiors. In turn, pulses are important sources of protein and minerals for animals and the cheapest source of N for production of other species (Bernal, 2003). The range management is as important as selecting the appropriate species, planting and proper fertilization. Needless indicate that the utility for the money invested will depend on the skill with which the pastures are managed to turn them into salable products and the duration of effect of the paddocks (Humphreys, nd). Hence the following objectives: To determine the effect of cutting height, the level of nitrogen fertilization and the mixture with white clover (*Trifolium repens* L) on the production and stability of the forage mixture under the agroecological conditions of Campo The Experimental teaching "The Tola" Tumbaco, Pichincha. Determine the cutting height at which the highest yield of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum* Hochst) is obtained. To determine the effect of nitrogen fertilization on

the yield of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum* Hochst) and determine the percentage of digestibility of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum* Hochst) and forage mixture.

The experimental process was carried out at the Faculty of Agricultural Sciences of the Central University of Ecuador in the Academic Field Experimental Teaching "The Tola" (CADET) located in the province of Pichincha, Tumbaco, at an altitude of 2465 meters, with an annual average rainfall of 882.84 mm and an average temperature of 15.57 °C. 15.7 °C. Soil pH was 6.8, and the phosphorus content of 70.1 ppm, 1.04 ppm of potassium, 0.04 % nitrogen and 0.87 % organic matter. For fertilization at the following fertilizer urea (N) 50 kg was used ha⁻¹, sulphomag (K₂O MgO S) 20 kg ha⁻¹, muriate of potash (K₂O) 50 kg ha⁻¹, triple superphosphate (P₂O₅) 20 kg ha⁻¹.

For statistical analysis, Complete Block Design at Random was used 2x5+1 factorial arrangement with four replications for a total of 11 treatments and 44 experimental units, each of 7.20 m² (3.6 m x 2.0 m).

The treatments were the combination of the two cutting heights with five levels of nitrogen fertilization more additional treatment. 1) 20 cm / 0.0 kg N ha⁻¹ cutting⁻¹, 2) 20 cm / 7.5 kg N ha⁻¹ cutting⁻¹, 3) 20 cm / 15.0 kg N ha⁻¹ cutting⁻¹, 4) 20 cm / 30.0 kg N ha⁻¹ cutting⁻¹ 5) 20 cm / 60.0 kg N ha⁻¹ cut⁻¹, 6) 40 cm / 0.0 kg N ha⁻¹ cutting⁻¹ 7) 40 cm / 7.5 kg N ha⁻¹ cutting⁻¹, 8) 40 cm / 15.0 kg N ha⁻¹ cutting⁻¹, 9) 40 cm / 30.0 kg N ha⁻¹ cutting⁻¹, 10) 40 cm / 60.0 kg N ha⁻¹ cutting⁻¹, 11) Kikuyu + white clover .

The variables measured were: percentage of outbreaks of kikuyu regarding knots planted, primary production in kg DM ha⁻¹, growth rate expressed in kg DM ha⁻¹ day⁻¹, number of tillers of Kikuyu per square meter, kikuyu stolons weight per square meter, number of knots per square meter Kikuyu, Kikuyu stolons length per square meter, in situ digestibility of dry matter, number of clover plants per square meter and botanical composition.

To determine the number of relapses in relation to a metal quadrant planted knots 0.25 m² was used, this was randomly in three locations within the experimental units of each treatment, the number of sprouts were counted and the percentage was determined in regarding the knots planted. For further processing a metal quadrant of 0.64 m² was used and was located at two sites within the experimental units. This variable was measured at three weeks after planting stolons. 44 experimental units of which 40 belonged to the Kikuyu grass and only four were mixed kikuyu + white clover were planted. For the experimental units where grass alone was a total of 6400 runners (stolons 160 per plot) of 20 cm length with 8 knots , planted in lines at a spacing of 20 cm between them resulting is used a total of 51 planted 200 knots. To the mixture of white clover stolons kikuyo + were used with the same characteristics by varying only the distance between crop rows (40 cm) to logically this space would also be occupied by white clover .

Experimental cuts were made when the grass reached 20 and 40 cm in the case of the mixture of white clover + kikuyo cuts were made when the mixture reached 20 cm in height. The cuts were made with the help of a sickle and a metal quadrant of 0.25 m², a total of three samples were taken per net experimental unit (1 m x 2.6 m).

Kikuyu grass + 60 kg N ha⁻¹ cutting⁻¹ cut when plants reached 20 cm in height will present the growth rate average of 107.1 (± 8.9) kg DM ha⁻¹ day⁻¹, was not statistically different (Tukey, P ≤ 0.05) plant height at cutting 40 cm + 60 kg N ha⁻¹ cutting⁻¹ with a growth rate of 93.7 (± 5.1) kg DM ha⁻¹ day⁻¹. The lower response without statistical differences (Tukey, P ≤ 0.05) share treatments with plant height at cutting 20 cm + 7.5 and 30.0 kg N ha⁻¹ cutting⁻¹ and the treatments with plant

height at cutting 40 cm + 0.0 , 7.5 and 15 kg N ha⁻¹ cutting⁻¹. The Growth Rate kikuyo + White clover was 75.1 (± 15.4). The efficiency of nitrogen use by the Kikuyu was calculated based on the performance of the treatment without nitrogen. The highest efficiency was achieved with the application of 300 kg N ha⁻¹ yr⁻¹ with 87 and 113 kg DM per kg of nitrogen applied, when the Kikuyu reached 20 and 40 cm respectively.

The number of tillers per square meter kikuyo was measured at the last experimental section with the aid of a metal quadrant 0.25 m². Kikuyu grass cut when the grass reached 20 cm + 60 kg N ha⁻¹ cutting⁻¹ showed the highest response with 3336 (± 616) tillers per square meter, in the cutting height 20 and 40 cm treatments 0 and 7.5 kg N ha⁻¹ cutting⁻¹ had similar production (Tukey, P ≤ 0.05).

To determine the weight of the kikuyu stolons, a metal quadrant of 0.25 m² was used, this was at the sites where the number of tillers was counted. Nitrogen fertilization was influential in increasing the weight of the kikuyu stolons per square meter. Kikuyu grass cut when the grass reached 20 cm + 60 kg N ha⁻¹ cutting⁻¹ showed the highest response to 1.8 (± 0.4) kg DM per square meter, statistically share the last rank with the lowest treatments response 1, 2 , 3 and 11 (Tukey , P ≤ 0.05).

To determine the number of knots kikuyo material collected was used to determine the weight of stolons. This variable was measured after performing last experimental section.

Kikuyu grass cut when the grass reached 20 cm + 60 kg N ha⁻¹ cutting⁻¹ showed the highest response to 17826 (± 3426) knots per square meter , while the smaller number of knots per square meter are kikuyo to cut when the grass reaches 20 cm + 0 kg ha⁻¹ yr⁻¹ with 5987 (± 2049) knots per square meter (Tukey, P ≤ 0.05).

To determine the length of kikuyu stolons per square meter the material collected was used to determine the weight of stolons and the number of knots per square meter. This variable was measured after performing last experimental section. Kikuyu grass cut when the grass reaches 20 cm + 60 kg N ha⁻¹ cutting⁻¹ has the highest response with 288.0 (± 65.1) meters per square meter, statistically share the range with the lower treatments response 1, 2 , 3, 6 , 7, 8, 11 (Tukey, P ≤ 0.05).

Digestibility was measured by the in situ method. The highest percentage of digestibility was obtained with the application of 60 kg N ha⁻¹ cutting⁻¹ with 55.5 % and 51.2 % when the plants reached 20 to 40 cm of height respectively. The digestibility of the forage mixture was 62 %.

The botanical composition was performed on each experimental cutting method of manual separation and dry matter content in each component was determined. When the Kikuyu was cut when the plants reached 20 cm with nitrogen levels 0.0 and 7.5 kg N ha⁻¹ cutting⁻¹, the second experimental, the appearance of white clover and plantain observed, whereas, when the grass was cut which reached 40 cm with nitrogen levels 0.0 and 7.5 kg N ha⁻¹ was observed 1cut only the presence of white clover.

During the first weeks of establishment the white clover mixture was predominant. They constitute 74.63 % of the mixture at 63 days of establishment, 140 to 203 days of establishment of white clover density has decreased and its maximum rate in the mixture is 30.86 %.

The number of white clover plants per square meter measured in the first three weeks after planting, the largest number of plants per square meter occurred in the second week of listing with an average of 839 (± 81).

The results show that:

The growth rate was higher in the height of 20 cm from 30 kg N ha⁻¹ cutting⁻¹ and the rate of growth in height of 40 cm is higher than only 60 kg N ha⁻¹ cutting⁻¹.

Nitrogen fertilization, between 0 and 60 kg N ha⁻¹ cutting⁻¹ increased the growth rate, the number of tillers, number of nodes on stolons, length and weight of the kikuyu stolons per square meter.

The growth rate kikuyo with the application of 60 kg N ha⁻¹ cutting⁻¹ was 107.1 (± 8.9) and 93.7 (± 5.1) kg DM ha⁻¹ day⁻¹ when the Kikuyu reached 20 and 40 cm respectively. The growth rate of the mixture of kikuyu grass with white clover was 75.1 (± 15.4) kg DM ha⁻¹ day⁻¹, or above all treatments with N, except the level of 60 kg in the cutting height 20 cm.

The percentage of digestibility of kikuyu only increased with the level of nitrogen applied to the soil from 38.0 % to 55.5 % without nitrogen with 60 kg N ha⁻¹ cutting⁻¹, when the grass reached 20 cm in height and from 34.5 % without Nitrogen up to 51.2 % with 60 kg N ha⁻¹ cutting⁻¹ when the grass reached 40 cm in height. The digestibility of kikuyu association with white clover was 62% .

Keywords: Pasture, forage mix, Fertilization, Efficiency, Nitrogen, Primary Production

9. BIBLIOGRAFÍA

ALESANDRI, D.; ALESANDRI, G. 2009. Seminario sobre la Fertilización Nitrogenada en Pasturas, Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Pasturas. Montevideo, UY. p. 24 Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/PASTURAS%20CRS/Seminarios%202009/Texto%20-%20Fertilizacion%20Nitrogenada%20en%20Pasturas.pdf>

AMAGUAÑA, L. 2009. Estudio del comportamiento productivo del Pasto Miel (*Setaria splendida*) con fertilización nitrogenada y en asociación con Trébol Rojo (*Trifolium pratense*) y Alfalfa (*Medicago sativa*). Tumbaco, Pichincha. Tesis de Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 100 p.

ANON, 2007. Cultivation practices. In. The biology of *Trifolium repens* L. (White Clover). AU. p. 6 Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: [http://www.ogtr.gov.au/internet/ogtr/publishing.nsf/content/clover3/\\$FILE/biologywclover2008.pdf](http://www.ogtr.gov.au/internet/ogtr/publishing.nsf/content/clover3/$FILE/biologywclover2008.pdf)

ARGEL, P.; VILLAREAL, M. s.f. Cultivar Porvenir Nuevo Maní Forrajero Perenne (*Arachis pintoi* Krap. y Greg. nom. nud., CIAT 18744). Leguminosa herbácea para alimentación animal, el mejoramiento y conservación del suelo y el embellecimiento del paisaje. CR. p. 6 Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/tropileche/ARACHIS_3.pdf

BACA, B.; SOTO, L.; PARDO, M. 2000. Fijación Biológica de Nitrógeno. In. Ciencia y Cultura Elementos, 7 (38): 43 - 49 Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: <http://www.elementos.buap.mx/num38/htm/43.htm>

BARNERS, R.; NELSON, C.; MOORE, K.; COLLINS, M. 2007. Forages The Science of Grassland Agriculture. 6 ed. Iowa, US. Blackwell Publishing. v.2, p. 250 – 492

BERNAL, J.; ESPINOSA, J. 2003. Manual de Nutrición y Fertilización de Pastos. International Plant Nutrition (IPNI). Consultado el 12 de marzo del 2014 94 p. Disponible en: [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/c093707b0327c2fe05257a40005f359f/\\$FILE/L%20Pastos.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/c093707b0327c2fe05257a40005f359f/$FILE/L%20Pastos.pdf)

BETTS, J.; AYRES, J. 2004. Cultivation practices. In. The biology of *Trifolium repens* L. (White Clover). AU. p. 6 Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: [http://www.ogtr.gov.au/internet/ogtr/publishing.nsf/content/clover3/\\$FILE/biologywclover2008.pdf](http://www.ogtr.gov.au/internet/ogtr/publishing.nsf/content/clover3/$FILE/biologywclover2008.pdf)

BOARETTO, A.; MURAOKA, T.; TREVELIN, P. 2008. Uso eficiente del Nitrógeno de los fertilizantes convencionales. In. Informaciones Agronómicas. no 68: p. 13 Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/715248A22753E341852579A0006BF4BB/\\$FILE/Inf-agro.%2068.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/715248A22753E341852579A0006BF4BB/$FILE/Inf-agro.%2068.pdf)

BUITRÓN, E. 2000. Respuesta del Rye Grass Perenne (*Lolium perenne*) a la Fertilización de mantenimiento y en mezcla con Trébol Blanco (*Trifolium repens*), Pintag, Pichincha. Tesis de Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 66 p.

CAÑADAS, L. 1983. El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador. Quito, EC. Ministerio de Agricultura y Ganadería. p. 210

CÁRDENAS, E. 2009. Alternativas Forrajeras para clima frío en Colombia, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, CO. 20 p. Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: http://www.cundinamarca.gov.co/cundinamarca/archivos/FILE_EVENTOSENTI/FILE_EVENTOSENTI10332.pdf

_____. 2003. Estrategias de la investigación en forrajes de tierra fría en Colombia y avances en la Universidad Nacional de Colombia. In. Alternativas Forrajeras para clima frío en Colombia, Bogotá, CO. p. 5. Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: www.cundinamarca.gov.co/.../FILE.../FILE_EVENTOSENTI10332.pdf

CARULLA, J.; CÁRDENAS, E.; SÁNCHEZ, N.; RIVEROS, C. 2004. Valor nutricional de los forrajes más usados en los sistemas de producción lechera especializada de la zona andina colombiana. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, CO. p. 16 Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/veterinaria/mtria_prod/2006527/und_0/pdf/valor_nutricional_de_los_forrajes_en_colombia.pdf

CASTRO, M. 2013. Producción y consumo de las pasturas del rejo lactante del CADET. Tumbaco, Pichincha. Tesis de Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 92 p.

CORREA, H.; CARULLA J.; PABÓN, M; 2008. Valor nutricional del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechst Ex Chiov.) para la producción de leche en Colombia (Una revisión): I. Composición química y digestibilidad ruminal y posruminal. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, CO. 56 p. Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: <http://www.veterinaria.unal.edu.co/inv/nutricion/kikuyo%201.pdf>

DEMANET, R; 2007. Manual de Especies Forrajeras y Manejo de Pastoreo. Universidad de la Frontera. Temuco, CL. p. 129 Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: http://www.watts.cl/rps_watts_v57/OpenSite/Watts/Proveedores/Productores%20de%20Leche/Adjuntos/20110720103621/Manual.pdf

DUGARTE, M.; OVALLES, L. 1991. La Producción de Pastos de Altura. Kikuyo y Ryegrass Perenne en el estado Mérida. FONAIAP DIVULGA No. 36 Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd36/texto/produccionpastos.htm

ERAZO, E. 2011. Respuesta a la fertilización nitrogenada y asociación con trébol rojo (*Trifolium pratense*) y alfalfa (*Medicago sativa*) en la segunda etapa de evaluación de pasto miel (*Setaria splendida* Stapf.). Tumbaco, Pichincha. Tesis de Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 115

ESTRADA, J. 2002. Pastos y Forrajes para el Trópico Colombiano, Universidad de Caldas. Manizales, CO. 506 p. Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: books.google.com.ec/books?isbn=9588041767

FAO. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2006. Riego y Drenaje, Evapotranspiración del cultivo Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivo. Roma, IT. p. 92. Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/idp56s.pdf>

FERNADÉZ, L. 1994. Las heladas. Su definición, pronóstico y control. In. Alternativas Forrajeras para clima frío en Colombia, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, CO. 20 p. Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: http://www.cundinamarca.gov.co/cundinamarca/archivos/FILE_EVENTOSENTI/FILE_EVENTOSENTI10332.pdf

FULKERSON, WJ; SLACK; HAVILAH, E. 1999. The effect of defoliation interval and height on growth and herbage quality of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*). Tropical Grasslands. 8 p. Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: http://tropicalgrasslands.asn.au/Tropical%20Grasslands%20Journal%20archive/PDFs/Vol_33_1999/Vol_33_03_99_pp138_145.pdf

FULKERSON, WJ.; DONAGHY, DJ. 2001. Plant-soluble carbohydrate reserves and senescence - key criteria for developing an effective grazing management system for ryegrass-based pastures. Australian Journal of Experimental Agriculture 41(2): 261 – 275 Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: <http://www.publish.csiro.au/paper/EA00062>

FULKERSON, WJ. 2007. Kikuyo grass, (*Pennisetum clandestinum*) Futuredary Tech Note. AU. p. 1 Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en <http://frds.dairyaustralia.com.au/wp-content/uploads/2012/01/TechNoteKikuyu.pdf>

FULKERSON, WJ.; GRIFFITHS, N.; SINCLAIR, K.; BEALE, P. 2010. Milk production from kikuyu grass based pastures. 13 p. Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: http://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0012/359949/Milk-production-from-kikuyu-grass-based-pastures.pdf

GÓMEZ, D. 2005. Praticultura, Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, ES. 249 p. Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: <http://books.google.com.ec/books?id=VTiLpo2jugoC&printsec=frontcover&dq=isbn:8497057805&hl=es&sa=X&ei=c8IfU8mnAurr0QGq2YDAAw&ved=0CCwQ6wEwAA#v=onepage&q&f=false>

GONZALEZ, P. 2001. Fijación de Nitrógeno en trébol blanco (*Trifolium repens*) por la población local de Rhizobio de un suelo franco arenoso del CADET, Tumbaco, Pichincha. Tesis de Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 100 p.

GRIJALVA, J.; ESPINOSA, F.; HIDALGO, M. 1995. Producción y utilización de pastizales en la región interandina del Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Quito, EC. 40 p. Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: http://books.google.com.ec/books?id=QYIzAQAAMAAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

GUERRERO, R. 1993. Fertilización de pastos mejorados, In. Manual de nutrición y fertilización de pastos 2003. p. 63. Consultado el 12 de marzo del 2014 94 p. Disponible en: [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/c093707b0327c2fe05257a40005f359f/\\$FILE/L%20Pastos.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/c093707b0327c2fe05257a40005f359f/$FILE/L%20Pastos.pdf)

HEREDIA, N. 2007. Evaluación de la respuesta del pasto Maralfalfa (*Pennisetum violaceum*) a la fertilización nitrogenada con diferentes distancias de siembra, Cayambe, Pichincha. Tesis de Ing. Agr. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 110 p.

HUMPHREYS, L. s.f. Manejo de Pastizales. In. Desde el surco. Quito, EC. Pastos y Pastoreo. Quito. p. 67

INEC. (Instituto Nacional de Estadística y Censos, EC). 2012. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria. Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: http://www.inec.gob.ec/estadisticas/?option=com_content&view=article&Itemid=414&&id=371&TB_iframe=true&height=414

_____. 2011. Datos Estadísticos Agropecuarios, Resumen Ejecutivo, Sistema Estadístico Agropecuario Nacional, Encuesta De Superficie Y Producción Agropecuaria Continua. 14 p. Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: http://www.inec.gob.ec/espac_publicaciones/espac2011/INFORME_EJECUTIVO%202011.pdf

LANE, L.; AYRES, J.; LOVETT, J. 2000. Morfology and Reproducction. In. The biology of *Trifolium repens* L. (White Clover). AU: 37 p. Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: [http://www.ogtr.gov.au/internet/ogtr/publishing.nsf/content/clover3/\\$FILE/biologyclover2008.pdf](http://www.ogtr.gov.au/internet/ogtr/publishing.nsf/content/clover3/$FILE/biologyclover2008.pdf)

MACHADO, D.; DÁVILA, C. 1997. Efectos de la fertilización con N, P y K y el microclima, en la asociación de alfalfa (*Medicago sativa*) y kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), bajo pastoreo rotativo. Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad de Zulia. Maracaibo. VE: 15 (38-52) Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: http://www.revfacagronluz.org.ve/v15_1/v151z005.html

MAG (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA, EC) . 2003. I Informe sobre Recursos Zoogeneticos Ecuador. p. 5 Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: <http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/en/genetics/.../Ecuador.pdf>

MEARS, P. 1970. Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) como una pastura. Tropical grasslands, 4(2). p. 134 Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: <http://www.tropicalgrasslands.info/public/journals/4/Historic/Tropical%20Grasslands%20Journal%20archive/titles%20only/early%20vol%20pdfs/Vol%204%20No%202/Vol%204%5B2%5D%203%20Mears%20139-152.pdf>

MOORE,G.; SANFORD,P.; WILLEY T. 2006. Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Perennial pastures for Western Australia. Department of Agriculture and Food Western. Australia. AU. 4 p. Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: http://www.agric.wa.gov.au/objtwr/imported_assets/content/past/kikuyo.pdf

MOORE,G.; SANFORD,P.; WILLEY T. 2006. White clover (*Trifolium repens*), Perennial pastures for Western Australia. Department of Agriculture and Food Western Australia. AU. 3 p. Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: http://www.agric.wa.gov.au/objtwr/imported_assets/content/past/white%20clover.pdf

MORÓN, A. 2008. Fertilización de Pasturas: Respuesta y Relación de Precios para la Producción de Carne y Leche. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Estanzuela. UY. 21 p. Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: [http://www.ipni.net/ppiweb/iaarg.nsf/\\$webindex/4A52D053A590DB968525750B005D7CCC/\\$file/6.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iaarg.nsf/$webindex/4A52D053A590DB968525750B005D7CCC/$file/6.pdf)

MUSCOLO, A.; PANUCCIO, M.; SIDARI, M. 2003 Effects of salinity on growth, carbohydrate metabolism and nutritive properties of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum* Hochst). Plant Science. 164 (6) Consultado el 12 de marzo del 2014. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168945203001195>

MURELL, T. 2003. Transformaciones de los nutrientes en el suelo. Informaciones Agronómicas. n° 49: 1

PADILLA, W. 2005. Libro de suelos: Nitrógeno. Quito, EC: p. 13 – 76

PALADINES, O.; IZQUIERDO, F.; SALAZAR, M. 2003. Fertilización de pasturas. Cultivos controlados. 9 (43): 18-20

_____ 2004. Principales Recursos Forrajeros para las tres Regiones del Ecuador. Quito, EC. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. p .50

_____ 2010. Recursos Forrajeros para los Sistemas de Producción Pecuarios, Quito, EC. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Laboratorio de Pastos y Forrajes. p. 45

PERDOMO, C.; BARBAZÁN, M.; DURÁN, J M. s.f. Nitrógeno, Universidad de la República, Facultad de Agronomía, área de suelos y Aguas, Cátedra de Fertilidad. Montevideo, UY. 69 p. Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: www.fagro.edu.uy/~fertilidad/publica/Tomo%20N.pdf

- PILCO, Z. 2005. Comportamiento dinámico de las principales especies forrajeras de la Sierra bajo pastoreo. Machachi, Pichincha. Tesis de Ing. Agr. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 96
- PINTO, P. 2002. Las gramíneas en Colombia. Bogotá, CO. p. 63. Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: http://www.accefyn.org.co/revista/Vol_26/98/59-68.pdf
- REEVES M, FULKERSON W, KELLAWAY R. 2012. Forage quality of kikuyu (*Pennisetum clandestinum*): the effect of time of defoliation and nitrogen fertiliser application and in comparison with perennial ryegrass (*Lolium perenne*). Australian Journal of Agricultural, 47(8) Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en <http://www.publish.csiro.au/index.cfm>
- RÍOS, N. 1998. Respuesta del Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) a la fertilización química. Chillanes Bolívar, Tesis de Ing. Agr. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 100 p.
- ROSETO, M. 2002. Estudio de Métodos de laboratorio, para estimar la Digestibilidad de los Forrajes. Tumbaco – Pichincha. Tesis Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 18
- RUALES, I. 2010. Producción de la Mezcla Forrajera del CADET, con tres fuentes de fertilización nitrogenada y cinco dosis. Tumbaco, Pichincha. Tesis de Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 132 p.
- RUEDA D. 2002. Botánica Sistemática. 3 ed. Quito, EC. s.c. 195 p.
- SALDANHA, S. s.f. Mezclas forrajeras. Departamento de Producción Animal y Pasturas.p.2. Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/PASTURAS%20CRS/11%20%20Mezclas%20forrajeras.pdf>
- SALAZAR, M. 2000. Efecto de la Fertilización orgánica, química y su complementariedad en la Producción de la mezcla forrajera de Gramínea- Leguminosa. Tumbaco, Pichincha. Tesis Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 91 p.
- SOTO, C.; VALENCIA, A.; GALVIS, R.; CORREA, H. 2005. Efecto de la edad de corte y del nivel de fertilización nitrogenada sobre el valor energético y proteico del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 18(1): 26 Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: www.revista.unal.edu.co/index.php/refame/article/download/.../25340
- SUTTIE, J. 2003. Conservación de heno y paja para pequeños productores y en condiciones pastoriles. Roma: IT, FAO. Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: <http://books.google.com.ec/books?id=wN0AFUjtRDQC&pg=PA183&lpg=PA183&dq=Conservaci%C3%B3n+de+heno+y+paja+para+peque%C3%B1os+productores+y+en+condiciones+pastoriles>
- TAIZ, L; ZEIGER, E. 2006. FISIOLÓGIA VEGETAL. Trad. por Beatriz Blat Egea. Castello de la Plana, ES. Universitat Jaume. 579 p.

TIPÁN, V. 2007. Comportamiento productivo del Trébol alsike (*Trifolium hybridum*) en comparación con el Trébol blanco (*Trifolium repens*), Trébol rojo (*Trifolium pratense*) y Alfalfa (*Medicago sativa*) en mezcla con Ryegrass híbrido (*Lolium hybridum*) bajo dos láminas de riego. Tumbaco-Pichincha. Tesis Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 79 p.

TRUJILLO, G. 2012. Guía para la utilización de recursos forrajeros tropicales para la alimentación de bovinos. Huila, CO. p. 7 Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: http://www.comitedegaderosdelhuila.org/publicaciones/recursos_forrajeros.pdf

VIBRANS, H. 2009. *Pennisetum clandestinum*. Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/pennisetum-clandestinum/fichas/ficha.htm#3>

YAMADA, T. 2003. Como mejorar la eficacia de la fertilización aprovechando las interacciones entre nutrientes. Consultado el 12 de marzo del 2014 INPOFOS 5 (50):6 Disponible en: [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/3840D87404FC086E852579A300779006/\\$FILE/Como%20mejorar%20la%20eficacia%20de%20la%20fertilizaci%C3%B3n.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/3840D87404FC086E852579A300779006/$FILE/Como%20mejorar%20la%20eficacia%20de%20la%20fertilizaci%C3%B3n.pdf)

ZAPATA, F. 2000. Kikuyo, Especies Forrajeras Versión 1.0. Bogotá, CO: Agrosoft Ltda. Consultado el 12 de marzo del 2014 Disponible en: [In.http://www.agro.unalmed.edu.co/departamentos/panimal/docs/18-1-3.PDF](http://www.agro.unalmed.edu.co/departamentos/panimal/docs/18-1-3.PDF). p. 18

10. ANEXOS

ANEXO 1. Análisis químico del suelo del lote 1.2 donde se llevó a cabo el proyecto producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2012.



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS



LABORATORIO DE QUÍMICA AGRÍCOLA Y SUELOS
"JULIO PEÑAHERRERA"

QUITO

REPORTE DE ANÁLISIS DE SUELOS

Remitente: **Sr. Javier Guaña**
Procedencia de la muestra: **Pichincha – Quito – Tumbaco – La Tola –CADET–**
Número de Laboratorio: **7686**
Fecha del Informe: **23 Mayo 2012**

RESULTADO E INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS EFECTUADO

PARÁMETROS ANALIZADOS:

pH	C.E.	Materia Orgánica	N Total	P	K	Ca	Mg
	dS/m	%	%	ppm		cmol/kg	
6.8	0.220	0.87	0.04	70.1	1.04	0.74	0.73
Lig. ácido	No salino	Muy Bajo	Muy Bajo	Alto	Alto	Muy Bajo	Bajo

MICRONUTRIENTES:

Fe	Mn	Cu	Zn
		ppm	
29.6	2.4	4.5	1.0
Medio	Bajo	Alto	Bajo

RELACIONES DE CATIONES Y SUMATORIA DE BASES:

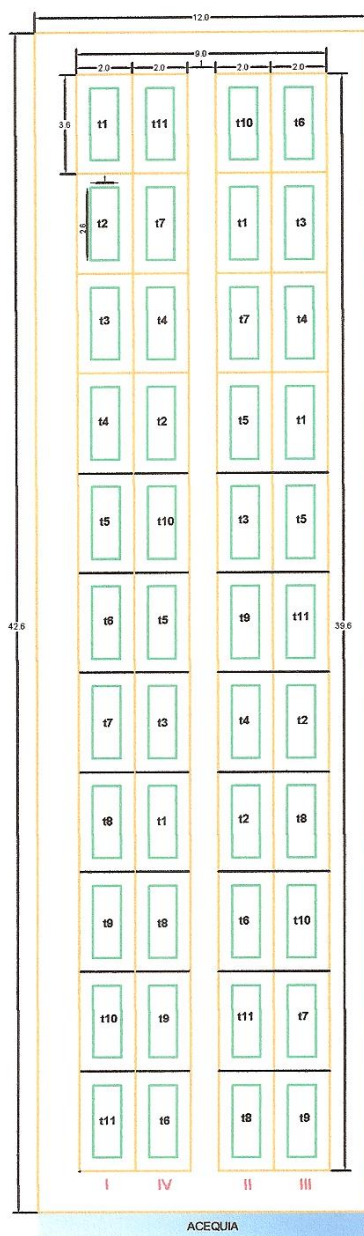
$\frac{Ca}{Mg}$	$\frac{Mg}{K}$	$\frac{Ca + Mg}{K}$	Σ Bases (cmol/kg)
1.01	0.70	1.41	2.51

DETERMINACIÓN DE LA TEXTURA DEL SUELO

% Arena	% Limo	% Arcilla	Nombre Textural
56	28	16	FRANCO ARENOSO



ANEXO 2. Disposición de las unidades experimentales del proyecto producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2012



UET = 7.20 m²
 UEN = 2.60 m²
 Efecto borde = 0.50 m

Área = 511.20 m²

Escala: 1: 250

ANEXO 3. Precipitación y evaporación registradas durante el período abril del 2012 - abril del 2013 en el CADET. Tumbaco, Pichincha. 2013.

MES	PRECIPIACIÓN mm día⁻¹	EVAPORACIÓN mm día⁻¹	Lámina Real mm día⁻¹
Abril 2012	3.82	2.47	-
Mayo 2012	0.53	3.64	3.11
Junio 2012	0.27	4.47	4.20
Julio 2012	0.05	5.44	5.39
Agosto 2012	0.06	5.65	5.59
Septiembre 2012	1.78	6.00	4.22
Octubre 2012	2.28	3.77	1.49
Noviembre 2012	7.86	3.30	-
Diciembre 2012	1.93	3.53	1.60
Enero 2013	0.57	3.93	3.36
Febrero 2013	5.71	2.87	-
Marzo 2013	2.36	3.49	1.13
Abril 2013	3.44	3.49	0.05
Promedio	2.36 (± 2)	4.00(± 1)	

ANEXO 4. Temperatura máxima y mínima registrada durante el período abril del 2012 - abril del 2013 en el CADET. Tumbaco, Pichincha. 2013.

MES	MÁXIMA °C	MÍNIMA °C
Abril 2012	21.7	10.4
Mayo 2012	22.3	10.0
Junio 2012	23.5	8.6
Julio 2012	23.6	8.7
Agosto 2012	23.7	8.1
Septiembre 2012	23.9	7.9
Octubre 2012	23.1	9.1
Noviembre 2012	22.9	9.3
Diciembre 2012	22.4	9.1
Enero 2013	23.9	10.1
Febrero 2013	21.3	10.7
Marzo 2013	22.9	10.5
Abril 2013	23.3	9.7
Promedio	23.0	9.4

ANEXO 5. Registro de cortes del proyecto producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2012.

REGISTRO CORTES									
Tratamiento	Altura de corte cm	Nivel de N kg ha ⁻¹ corte ⁻¹ *	Aplicación N	CORTES (FECHAS)					
				Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	abril
t1	20	0.0	22-oct-12	-	-	21-enero-2012	-	-	30
t2		7.5	22-oct-12	-	-	21-enero-2012	-	-	30
t3		15.0	22-oct-12	-	24-dic-2012	-	-	-	30
t4		30.0	22-oct-12	-	11-dic-2012	-	25-feb-2013	-	30
t5		60.0	22-oct-12	28-nov-2012	-	17-enero-2012	26-feb-2013	-	30
t6	40	0.0	22-oct-12	-	-	-	-	-	30
t7		7.5	22-oct-12	-	-	-	-	-	30
t8		15.0	22-oct-12	-	-	-	-	-	30
t9		30.0	22-oct-12	-	-	-	-	-	30
t10		60.0	22-oct-12	-	24-dic-2012	-	-	-	30
t11 (adicional)**	-	-	Corte de igualación 9 de octubre	9-nov-2012	11-dic-2012	17-enero-2012	26-feb-2013	-	30

* Nivel de Nitrógeno equivalen a: 75 – 150 – 300 – 600 kg ha⁻¹ año⁻¹ respectivamente.

** El tratamiento adicional consiste en la mezcla forrajera de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) + Trébol blanco (*Trifolium repens*).

ANEXO 6. Días entre cortes del proyecto producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2012.

REGISTRO CORTES									
Tratamiento	Altura de corte cm	Nivel de N kg ha ⁻¹ corte ⁻¹ *	Aplicación N	DÍAS ENTRE CORTES					Abril
				Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	
t1	20	0.0	22-oct-12	-	-				
t2		7.5	22-oct-12	-	-				
t3		15.0	22-oct-12	-	66				
t4		30.0	22-oct-12	-	53				
t5		60.0	22-oct-12	40	-	50	40		63
t6	40	0.0	22-oct-12	-	-				191
t7		7.5	22-oct-12	-	-				191
t8		15.0	22-oct-12	-	-				191
t9		30.0	22-oct-12	-	-				191
t10		60.0	22-oct-12	-	66				
t11 (adicional)**	-	-	-	31	32	37	40		63

* Nivel de Nitrógeno equivale a: 75 – 150 – 300 – 600 kg ha⁻¹ año⁻¹ respectivamente.

** El tratamiento adicional consiste en la mezcla forrajera de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) + Trébol blanco (*Trifolium repens*).

ANEXO 7. Número de plantas de trébol blanco durante las tres primeras semanas de establecimiento de la mezcla forrajera. Tumbaco, Pichincha. 2013.

	REPETICIÓN			
SEMANA	RI	RII	RIII	RIV
1	744	800	793	875
2	775	825	800	956
3	662	700	656	906

ANEXO 8. Porcentaje de brotes de los estolones luego de la tercera semana de establecimiento de la pastura en el estudio de la producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013.

	REPETICIÓN			
TRATAMIENTO	RI	RII	RIII	RIV
t1	61.8	60.6	82.8	85.6
t2	57.9	48.3	52.2	71.1
t3	70.0	66.1	67.2	79.4
t4	55.6	42.2	73.9	65.0
t5	70.0	65.6	78.9	67.8
t6	57.8	61.7	68.3	59.4
t7	67.2	57.2	53.9	45.6
t8	46.1	58.3	58.9	80.6
t9	56.1	51.1	52.2	79.4
t10	60.6	50.6	56.1	48.9
t11	34.4	37.5	57.0	57.8

ANEXO 9. Número de brotes producidos de acuerdo al tipo de estolón utilizado en la producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013.

	REPETICIÓN			
ESTOLONES	I	II	III	IV
Delgados	3	2	7	5
Medianos	4	5	6	6
Gruesos	13	4	9	8

ANEXO 10. Rendimiento total en el estudio de la producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013.

TRTATAMIENTOS			REPETICIÓN			
Nº	Altura de planta al corte cm	Nivel de N * kg ha ⁻¹ corte ⁻¹	I	II	III	IV
t1	20	0.0	4445.0	2765.0	5720.3	6521.067
t2		7.5	5631.1	4339.3	5056.2	5876.136
t3		15.0	5990.4	7449.4	6834.8	5448.391
t4		30.0	14006.6	15556.5	11480.4	9954.467
t5		60.0	19601.7	22373.1	18837.0	21882.351
t6	40	0.0	8974.3	9824.0	6552.6	9798.267
t7		7.5	11368.0	8177.1	9251.2	6848.467
t8		15.0	8241.6	10202.8	8588.8	12227.600
t9		30.0	13566.9	9143.3	8340.0	17715.600
t10		60.0	18509.6	18874.0	17424.7	16756.267
t11	Mezcla Kikuyo + Trébol blanco		19265.1	16073.7	13477.3	12201.740

* Nivel de Nitrógeno equivale a: 75 – 150 – 300 – 600 kg ha⁻¹ año⁻¹ respectivamente.

ANEXO 11. Tasa de Crecimiento promedio en el estudio de la producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013.

TRTATAMIENTOS			REPETICIÓN			
Nº	Altura de planta al corte cm	Nivel de N * kg ha ⁻¹ corte ⁻¹	I	II	III	IV
t1	20	0.0	23.3	14.5	30.0	34.1
t2		7.5	29.5	22.7	26.5	30.8
t3		15.0	31.4	39.0	35.8	28.5
t4		30.0	73.7	81.9	60.4	52.4
t5		60.0	101.6	115.9	97.6	113.4
t6	40	0.0	47.0	51.4	34.3	51.3
t7		7.5	59.5	42.8	48.4	35.9
t8		15.0	43.2	53.4	45.0	64.0
t9		30.0	71.0	47.9	43.7	92.8
t10		60.0	97.0	98.8	91.2	87.7
t11	Mezcla Kikuyo + Trébol blanco		95.0	79.2	66.4	60.1

* Nivel de Nitrógeno equivale a: 75 – 150 – 300 – 600 kg ha⁻¹ año⁻¹ respectivamente.

ANEXO 12. Número de macollos promedio en el estudio de la producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013

TRTATAMIENTOS			REPETICIÓN			
Nº	Altura de planta al corte Cm	Nivel de N * kg ha ⁻¹ corte ⁻¹	I	II	III	IV
t1	20	0.0	1250	1278	1554	1182
t2		7.5	1286	1356	1770	1880
t3		15.0	2574	2164	1954	2508
t4		30.0	2884	2022	2110	2390
t5		60.0	4042	3424	3340	2540
t6	40	0.0	1138	1152	1888	1480
t7		7.5	1700	1662	1440	1392
t8		15.0	2020	1876	1594	1512
t9		30.0	2170	2282	2220	2076
t10		60.0	2000	2036	2564	2298
t11	Mezcla Kikuyo + Trébol blanco		1752	1640	1800	1552

* Nivel de Nitrógeno equivale a: 75 – 150 – 300 – 600 kg ha⁻¹ año⁻¹ respectivamente.

ANEXO 13. Medida promedio de los estolones por metro cuadrado en el estudio de la producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013.

TRTATAMIENTOS			REPETICIÓN			
Nº	Altura de planta al corte Cm	Nivel de N * kg ha ⁻¹ corte ⁻¹	I	II	III	IV
t1	20	0.0	106.8	100.0	98.3	139.9
t2		7.5	122.8	211.9	112.8	117.0
t3		15.0	154.4	140.6	127.5	245.4
t4		30.0	144.9	224.8	224.4	160.8
t5		60.0	359.6	265.5	209.2	317.6
t6	40	0.0	213.1	139.2	137.9	175.7
t7		7.5	257.3	141.1	193.0	120.2
t8		15.0	251.9	166.5	142.5	164.4
t9		30.0	233.2	155.5	161.3	233.4
t10		60.0	236.5	119.0	203.3	206.9
t11	Mezcla Kikuyo + Trébol blanco		120.9	110.1	109.2	119.9

* Nivel de Nitrógeno equivale a: 75 – 150 – 300 – 600 kg ha⁻¹ año⁻¹ respectivamente.

ANEXO 14. Nudos en los estolones de kikuyo por metro cuadrado promedio en el estudio de la producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013.

TRTATAMIENTOS			REPETICIÓN			
Nº	Altura de planta al corte cm	Nivel de N * kg ha ⁻¹ corte ⁻¹	I	II	III	IV
t1	20	0.0	8471	4273	4339	6867
t2		7.5	9824	7684	7341	8740
t3		15.0	8103	14753	6241	7696
t4		30.0	8938	12780	13712	9418
t5		60.0	22210	15290	14920	18884
t6	40	0.0	13688	7444	7282	6736
t7		7.5	13638	7060	10748	7224
t8		15.0	11434	8628	8772	12008
t9		30.0	11422	10050	9964	9936
t10		60.0	11176	10582	10550	10670
t11	Mezcla Kikuyo + Trébol blanco		6426	5810	5674	6860

* Nivel de Nitrógeno equivale a: 75 – 150 – 300 – 600 kg ha⁻¹ año⁻¹ respectivamente.

ANEXO 15. Peso promedio de los estolones por metro cuadrado en el estudio de la producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha. 2013.

TRTATAMIENTOS			REPETICIÓN			
Nº	Altura de planta al corte cm	Nivel de N * kg ha ⁻¹ corte ⁻¹	I	II	III	IV
t1	20	0.0	0.8	0.5	0.7	0.8
t2		7.5	0.6	1.4	0.6	0.7
t3		15.0	1.0	0.9	0.8	0.9
t4		30.0	0.9	1.4	1.6	1.0
t5		60.0	2.3	1.7	1.3	1.8
t6	40	0.0	1.2	1.0	0.8	1.3
t7		7.5	1.4	0.7	1.1	1.3
t8		15.0	1.9	1.0	1.0	0.9
t9		30.0	1.7	1.3	1.0	0.9
t10		60.0	1.5	0.9	1.4	1.4
t11	Mezcla Kikuyo + Trébol blanco		1.0	0.9	0.9	0.8

* Nivel de Nitrógeno equivale a: 75 – 150 – 300 – 600 kg ha⁻¹ año⁻¹ respectivamente.

ANEXO 16. Análisis de Digestibilidad *in situ* de cada tratamiento. Tumbaco, Pichincha. 2013.



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
Carrera de Ingeniería Agronómica



LABORATORIO DE PASTOS Y FORRAJES

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE DIGESTIBILIDAD *IN SITU*

Muestras enviadas por el Señor Luis Javier Guaña Togán

Provincia: Pichincha

Cantón: Quito

Parroquia: Tumbaco CADET

Nº MUESTRA	CODIFICACIÓN	SIGNIFICADO	DIGESTIBILIDAD %
t1	a1n0	20 cm + 0.00 kg N	38.0
t2	a1n1	20 cm + 7.50 kg N	45.5
t3	a1n2	20 cm + 15.00 kg N	48.5
t4	a1n3	20 cm + 30.00 kg N	53.2
t5	a1n4	20 cm + 60.00 kg N	55.5
t6	a2n0	40 cm + 0.00 kg N	34.5
t7	a2n1	40 cm + 7.50 kg N	37.2
t8	a2n2	40 cm + 15.00 kg N	41.7
t9	a2n3	40 cm + 30.00 kg N	43.0
t10	a4n4	40 cm + 60.00 kg N	51.2
t11	Adicional	Mezcla Kikuyo + Trébol blanco	62.0

Quito, 20 de junio del 2013

ANEXO 17. Fotografías del experimento producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens* L). Tumbaco, Pichincha 2013.



Foto 1. Estolones de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) utilizados en el experimento.

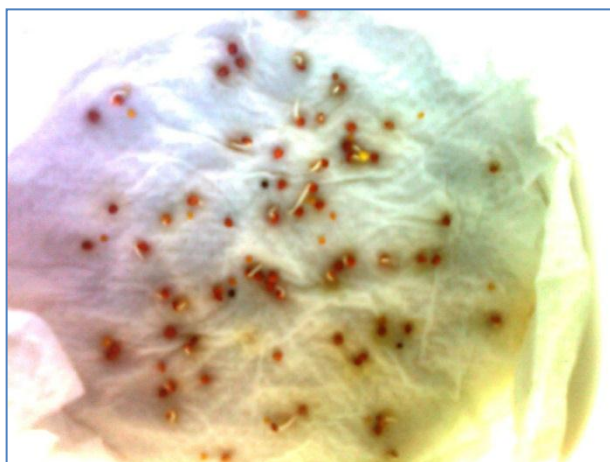


Foto 2. Prueba de germinación de semillas de trébol blanco (*Trifolium repens* L.).



Foto 3. Preparación inóculo de *Rhizobium* para las semillas trébol blanco (*Trifolium repens* L.).



Foto 4. Siembra del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst).



Foto 5. Brotes de kikuyo a la tercera semana



Foto 6. Germinación del trébol blanco



Foto 7. Espacio para la prueba comparativa entre tres tipos de estolones.



Foto 8. Fertilizante utilizado como fuente de Nitrógeno.



Foto 9. Pastura establecida.



Foto 10. Riego de la pastura por aspersión.



Foto 11. Corte de igualación.



Foto 12. Toma de muestras.



Foto 13. Procesamiento de las muestras en el Laboratorio.



Foto 14. Secado de muestras.



Foto 15. Fundas de digestibilidad.



Foto 16. Digestibilidad “*in situ*”.